Le débardage à l'aide de bœufs et de tracteurs agricoles

par

E. Otavo Rodríguez
Boursier André Mayer

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites

M-30
ISBN 92-5-202129-9

PREFACE

Le présent rapport se fonde sur une étude réalisée en 1983 sous les auspices du Programme des bourses de recherche André Mayer.

Le Département des forêts de la FAO a depuis longtemps déjà reconnu l'importance des technologies intermédiaires comme outils au service du développement. C'est dans ce cadre que fut faite l'étude dont les résultats figurent dans ce rapport.

L'emploi d'animaux et de tracteurs agricoles dotés de l'outillage forestier constitue un exemple du lien entre l'agriculture traditionnelle et les activités forestières dans un contexte élargi qui favorise le progrès des agriculteurs et des ruraux.

De plus, l'utilisation de la traction animale ou de petits tracteurs agricoles, munis d'accessoires de débardage simples, permet d'économiser des combustibles importés et d'atteindre de bons niveaux de production à des coûts suffisamment bas pour faire face aux exigences du marché rural ainsi qu'à celles des autres marchés.

Par conséquent, l'objectif premier de cette étude est de présenter deux méthodes de débardage utilisables dans les pays en développement, à condition évidemment que les circonstances locales s'y prêtent.

La FAO peut, par le biais du Programme de bourses de recherche André Mayer, proposer encore d'autres solutions utiles et contribuer à une formation appropriée des jeunes de pays en développement.

M. A. Flores Rodas
Sous-Directeur général
Département des forêts

RESUME

La présente étude traite essentiellement du débardage à l'aide de boeufs dans des forêts secondaires ou primaires. On y présente également cette opération effectuée avec un tracteur agricole pour déterminer le rendement et le coût des méthodes.

Les recherches ont eu lieu dans des régions à vocation forestière du Chili où les boeufs servent traditionnellement aux activités d'exploitation. L'étude a permis de conclure que le débardage avec ces animaux donne de très bons résultats dans les forêts secondaires soumises à coupe rase ou à éclaircie et dans les forêts primaires exploitées de façon sélective, quelle que soit la déclivité du terrain. En comparant le débardage réalisé avec des boeufs à celui effectué avec un tracteur agricole, on a constaté que dans les conditions propres à cette étude l'emploi d'animaux est plus économique. Toutefois, le tracteur agricole offre de grandes possibilités, à condition de bien planifier les opérations et d'utiliser les accessoires les plus efficaces.

Outre la présentation des méthodes et des résultats de l'étude, il est fait état de certaines généralités ayant trait aux points suivants: travail forestier avec des boeufs, caractéristiques morphologiques, élevage, maladies les plus communes repérables par le bouvier, alimentation, description de l'outillage de débardage utilisé avec des boeufs, et techniques retenues dans les exploitations qui emploient ces animaux.

Il importe de mentionner que l'auteur a vu des entreprises forestières techniquement avancées utiliser des boeufs pour s'approvisionner en matières premières et atteindre ainsi d'excellents niveaux de production. Cela montre que l'utilisation de ces animaux correctement dressés aux techniques d'exploitation forestière, et plus particulièrement au débardage, est une option permettant d'épargner des combustibles d'origine fossile et de créer des emplois. Quant au tracteur agricole, doté de l'outillage forestier, il peut se prêter parfaitement aux travaux de débardage mécanisé.

REMERCIEMENTS

Je souhaite exprimer mes plus vifs remerciements à la Direction des industries forestières de la FAO pour ses conseils techniques ainsi qu'à la Section des bourses pour sa collaboration pendant la réalisation de l'étude.

Je remercie en particulier l'ingénieur des eaux et forêts Patricio Carey Briones - professeur d'exploitation forestière à la Faculté des sciences forestières de l'Universidad Austral du Chili - pour ses conseils techniques et le travail fourni en équipe avec l'auteur de l'étude.

Je sais également gré à l'Universidad Austral du Chili et tout particulièrement aux professeurs et secrétaires de l'Institut d'aménagement des forêts de la Faculté des sciences forestières de leur extraordinaire soutien tout au long de l'élaboration de cette étude.

Ma reconnaissance va aussi à l'Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente (INDERENA) de Colombie, qui a bien voulu me détacher pour mener ces recherches. D'une façon générale, je remercie toutes les personnes et tous les organismes qui, d'une manière ou d'une autre, m'ont aidé à mener à bien la présente étude.

TABLE DES MATIERES

Page

ANNEXES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

Page

INTRODUCTION

Depuis quelque temps, et surtout ces dernières années, la crise de l'énergie aggravée par la hausse constante du coût des hydrocarbures a frappé particulièrement les pays en voie de développement non producteurs de combustibles d'origine fossile dont l'achat exige souvent de fortes dépenses en devises. Parallèlement, la sylviculture a progressé et peut aujourd'hui aider à produire et économiser de l'énergie ainsi qu'à créer des emplois et soutenir le développement, ce qui offre de nouvelles possibilités.

Actuellement, dans les exploitations forestières de nombreux pays, le traînage des grumes se réalise à l'aide de méthodes fortement mécanisées, qui remplacent deux des trois sources d'énergie utilisables pour les activités de terrain définies par Inns (1980): la force humaine, la force animale et le moteur à explosion (à essence ou gazole). L'utilisation de machines, généralement modernes, coûteuses et consommatrices d'énergie, a fait que les techniques simples et l'outillage employés auparavant ont disparu.

Dans ce contexte, les animaux de trait sont un élément utile qui permet d'économiser des hydrocarbures et d'améliorer les conditions économiques et sociales des pays sous-développés ou en voie de développement. Ce sujet mérite donc d'être étudié et c'est la raison de cette comparaison entre le débardage animal et mécanique en République du Chili.

Ce document comporte trois parties: la première évoque certains aspects généraux de la foresterie au Chili, ainsi que des considérations méthodologiques et les limites de l'étude. La deuxième se rapporte directement au débardage avec des boeufs et traite des points suivants: utilisation des animaux de trait dans le monde et au Chili, considérations globales relatives aux boeufs de trait, caractéristiques morphologiques, élevage, force de traction, alimentation, hygiène et maladies, équipement de débardage utilisé, techniques de débardage, et, enfin, analyse du débardage à l'aide de boeufs dans les forêts de Pinus radiata D Don (pin de Monterey) et dans les forêts primaires eu égard à l'étude des temps par cycle de travail, rendements et coûts. La troisième partie aborde le débardage avec un tracteur agricole, dans une forêt de pins de Monterey, et porte également sur l'étude des temps, rendements et coûts. Enfin, on trouve les conclusions et recommandations issues de ces recherches.

Les données ont été analysées et compilées en 1983 dans des régions à vocation forestière du Chili. On espère que cette étude servira aux pays aux faibles possibilités d'investissement où le chômage constitue un problème socio-économique, de même on escompte que ces pays pourront éliminer les systèmes de débardage économiquement non rentables et choisir celui qui répond le mieux à leurs impératifs comme: l'économie, la productivité, l'économie d'énergie et le plein emploi.

Cette étude est due à M. Edgar Otavo Rodríguez, ingénieur des eaux et forêts affecté au Projet de surveillance et d'étude de l'exploitation forestière du Bajo Atrato-Urabá de l'Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente (INDERENA) de la République de Colombie.

PREMIERE PARTIE

GENERALITES



Figure 1. Boeufs attelés à une charrette dans une scierie (Los Sauces, Chili)

1. CONSIDERATIONS GENERALES RELATIVES A LA FORESTERIE AU CHILI

1.1 Situation géographique

La République du Chili se trouve au sud-ouest de l'Amérique du Sud, entre 17° 30' et 90° de latitude sud, et entre 66° 30' et 75° 40' de longitude ouest. Elle est délimitée au nord par le Pérou; à l'est par la Bolivie et l'Argentine; au sud par le Pôle Sud et à l'ouest par l'océan Pacifique (voir Figure 2).

La largeur moyenne du pays est de 177 km, et sa longueur entre sa frontière avec le Pérou et le Cap Horn est d'environ 4 200 km ou de plus de 8 000 km si l'on englobe la zone antarctique. Sa superficie continentale et insulaire est de 756 626 km^2 et celle du territoire antarctique chilien est de 1 250 km^2, soit une superficie totale de 2 006 626 km^2 (Institut géographique militaire, 1981).

Le relief est accidenté et montagneux, et la superficie des plaines ne dépasse pas 20 pour cent du total. Les trois traits morphologiques caractéristiques sont: la Cordillère des Andes à l'est, la Cordillère de la côte à l'ouest et une dépression située entre les deux appelée Dépression intermédiaire, Plaine centrale ou Vallée longitudinale.

1.2 Description générale des forêts du pays

La région présentant une importance au plan forestier s'étend approximativement de 33°-34° de latitude sud, vers le sud, jusqu'à l'île de Chiloé. Dans cette zone, les précipitations varient en fonction de la topographie: la région côtière entre Constitución et Concepción reçoit de 1 000 à 1 600 mm par an; la Vallée longitudinale moins de 1 000 mm; les endroits les plus élevés des Andes souvent plus de 2 000 mm, la région côtière de Valdivia 2 600 mm; et au sud, dans certaines parties de la Cordillère, on peut dépasser les 5 000 mm (Weber, 1957).

Le courant froid de Humboldt qui va du Pôle Sud jusqu'à l'équateur, poussé par les alizés et les vents d'ouest, exerce une influence sur toute la zone forestière du Chili et empêche l'élévation des températures.

La climatologie des zones forestières et du pays en général est caractérisée par l'existence d'un régime thermique fort homogène tant au nord qu'au sud, dû essentiellement à l'influence de la mer, sur tout le long du territoire (Donoso, 1981), où prédomine un climat océanique ou maritime jusqu'à la Cordillère de la côte, et continental jusqu'à la Cordillère des Andes; ce dernier ne se manifeste pas complètement du fait de l'étroitesse du pays.

La plus grande partie des forêts se trouve dans la zone centre-sud du pays, qui va de la Région V à X (Morales, 1979), et englobe une surface approximative de 877 186 ha où poussent essentiellement le pin de Monterey, l'eucalyptus, le prosopis tamarugo et d'autres essences (voir Tableau 1).

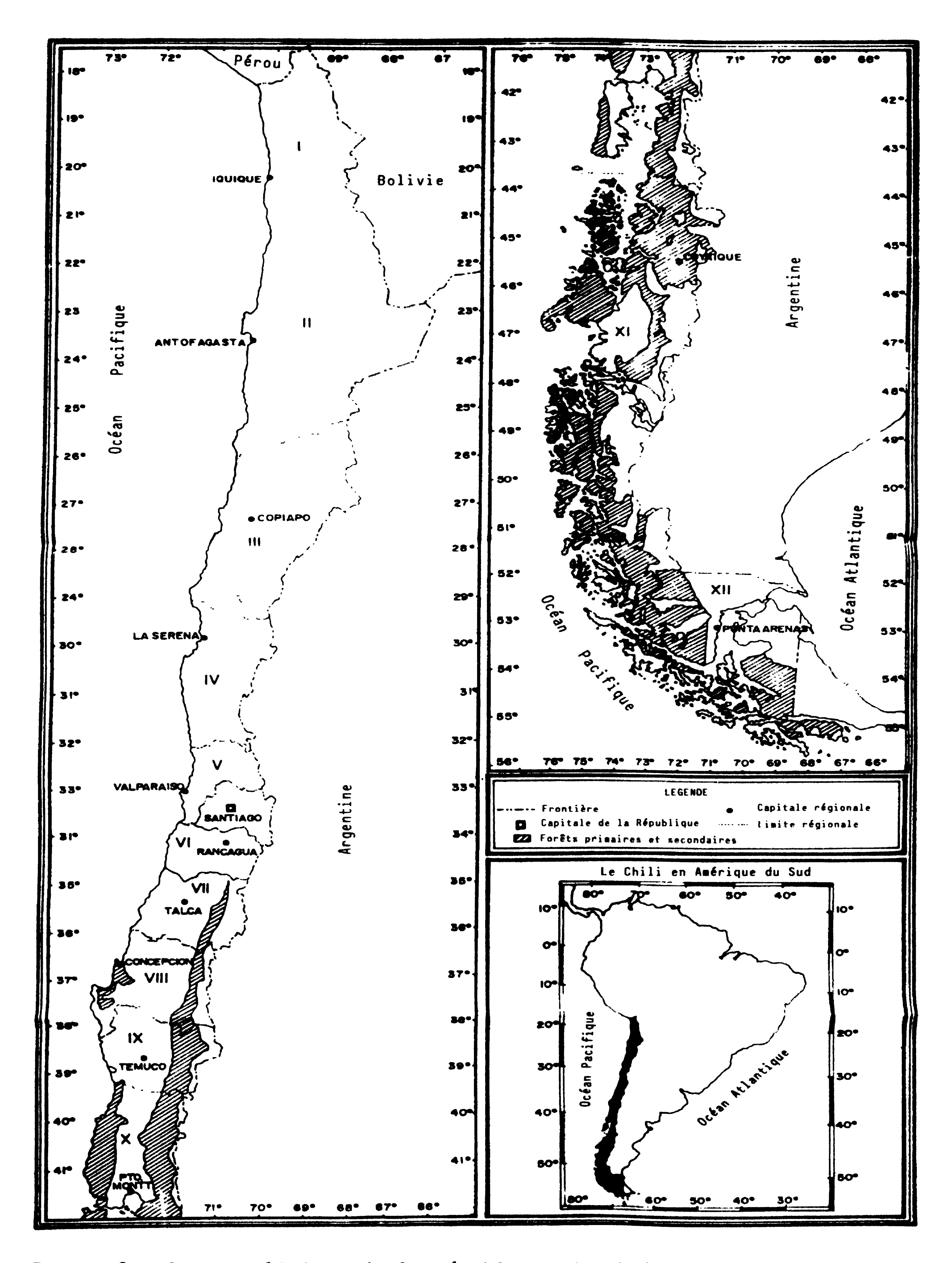


Figure 2. Carte politique de la République du Chili et situation en Amérique latine

Tableau 1

Superficie approximative des peuplements forestiers chiliens 1/

Essence	Superficie (ha)	Pourcentage
Pin de Monterey	786 136	89,6
Eucalyptus	40 800	4,6
Prosopis tamarugo	16 500	1,9
Pin de l'oregón	8 900	1,0
Peuplier	3 400	0,4
Caroubier	3 150	0,4
Autres essences	18 300	2,1
TOTAL	877 186	100,0

1/ Source: CONAF, INFOR (1983)

Géographiquement, la forêt primaire commence dans la zone centrale (à 35° de latitude sud) et s'étend jusqu'au sud le long des flancs de la Cordillère des Andes et de la Cordillère de la côte, jusqu'à la Vallée centrale, qu'elle couvre partiellement ou totalement. On estime le couvert forestier à 7 616 500 ha, soit un volume approximatif de 984 millions de mètres cubes (CONAF, 1983).

La forêt primaire est formée par plus de 60 essences arborescentes et arbustives, en majorité latifoliées, dont quelques-unes sont employées pour produire du bois de sciage, des plaques, des panneaux et d'autres produits commerciaux. Donoso (1981) a classé les principales essences dominantes compte tenu de leur conformation individuelle et de la structure des forêts en 12 types forestiers, qui regroupent des peuplements mixtes, dont l'appellation correspond aux essences qui caractérisent chaque type (voir Tableau 2).

Outre les essences déjà mentionnées, il en existe d'autres qui revêtent une importance pour chaque type forestier.

Des 12 types de forêts classifiées par Donoso (1981), le "semper virens" est au Chili le plus étendu et complexe par la variété de sa flore, la valeur économique de certaines essences de bonne qualité et l'existence de zones boisées relativement conservées (Paredes, 1981).

Les essences chiliennes les plus commercialisées et utilisées sont essentiellement les suivantes: peuplier, mélèze, cassier, cyprès, hêtre, eucalyptus globulus, laurier, persea lingue, myrtus luma, mañío, olivier nain, pin colonial, pin de l'oregón, pin de Monterey, nothofagus obliqua, chêne, laurelia philippiana, weinmannia trichosperma et trevca trinervia.

Au plan économique, le secteur forestier joue un rôle national important et représente la deuxième source de devises du pays. Selon le CONAF et l'INFOR (1983), les principaux produits exportés sont par ordre d'importance: la cellulose (blanche, brute et semi-blanchie); les sciages (pins de Monterey et autres essences); les grumes (pins de Monterey et autres essences); le papier journal; les bois de placage et panneaux (fibres, particules, contre-plaqués, placage, durolac); le papier pour fiches

Tableau 2

Typologie de la forêt naturelle chilienne

Types forestiers	Essences dominantes
Sclérophylle	Quillaja, térébinthe, maytenus chilensis, aubépine
Palmier chilien	Palmier chilien, térébinthe, cryptocarpas peumus, quillaja
Chêne-andenostoma nitidum	Chêne, andenostoma nitidum, cryptocarpas peumus, persea lingue, olivier nain, noisetier
Cyprès de montagne	Cyprès de montagne, quillaja, boldoa fragrans, térébinthe
Chêne-nothofagus obliqua-hêtre	Chêne, nothofagus obliqua, hêtre, laurier, persea lingue, eucryphia cordifolia
Lenga	Lenga, hêtre, nothofagus nervosa, embothrium coccineum, lomatia obliqua
Pin colonial	Pin colonial, lenga, hêtre, chêne, hêtre de l'Antarctique
Hêtre-nothofagus alpina-laurelia philippiana	Hêtre, nothofagus alpina, laurelia philippiana, trevca trinervia, weinmannia trichosperma, olivier nain
Semper virens	Hêtre, eucryphia cordifolia, laurelia philippiana, myrtus loma, cannelier
Mélèze	Mélèze, hêtre de Chiloé, lomatia ferruginea, podocarpus chilensis
Cyprès de las Guaitecas	Cyprès de las Guaitecas, hêtre, noisetier
Hêtre de Magellan	Hêtre de Magellan, cannelier, maytenus chilensis

perforées, le papier au sulfite, le papier kraft, le papier cellophane, le papier d'aluminium et d'autres papiers et cartons; d'autres produits de moindre importance (chevilles de bois, charbon de bois, persiennes et jalousies, "tuiles" de mélèze, résine de pins de Monterey, meubles et cabines, bois d'allumettes, différents produits ouvrés en bois, semences de pins de Monterey, manches de balais, jouets et poteaux).

Les sciages exportés des principales essences sont en ordre d'importance ceux de: pin de Monterey, nothofagus nervosa, laurelia philippiana, mélèze, lenga, laurier, eucalyptus, radal, pin colonial, chêne, mañío, pin d'oregón, eucryphia cordifolia, aromo et weinmannia trichosperma (CONAF et INFOR, 1983). Les exportations de grumes se font dans l'ordre d'importance suivant: pin de Monterey, nothofagus nervosa et laurelia philippiana (CONAF et INFOR, 1983).

1.3 Opérations d'exploitation primaires, débardage et transport

Au Chili, l'exploitation primaire se fait principalement à l'aide de scies mécaniques, de haches et de scies manuelles.

Dans les forêts secondaires, on peut dire que 100 pour cent de l'abattage et du tronçonnage se fait à la scie mécanique et que l'ébranchage se fait à la hache. Ces opérations sont exécutées par des équipes de quatre à six personnes composées par un agent qui utilise la scie mécanique, alors que les autres s'occupent de l'ébranchage et aident l'abatteur.

Dans les forêts primaires, on emploie pour ces mêmes activités la scie mécanique, la hache, et dans certains cas la "corvina" (scie de tronçonnage); les équipes d'abattage et de tronçonnage sont formées par deux agents dotés l'un d'une scie mécanique et l'autre d'une hache ou bien de scies manuelles et de haches.

Le débardage est effectué principalement à l'aide de boeufs, de chevaux, de tracteurs forestiers à roues ou chenilles, de tracteurs articulés à roues et de tracteurs agricoles avec ou sans dispositif de débardage et de câbles. L'utilisation de tel ou tel élément est fonction des conditions topographiques et du type d'organisation des tâches.

Les distances de débardage sont fort variables et dépendent de la planification de l'exploitation et des forêts, à savoir: dans les forêts secondaires, entre 50 et 100 m si l'on se sert de boeufs, et avec des tracteurs entre 400 et 600 m; dans les forêts primaires, la distance de débardage peut arriver jusqu'à 1 500 m lorsque l'on utilise des boeufs et, dans le cas de tracteurs à chenilles ou de tracteurs forestiers à roues, elle est en moyenne de 800 à 1 000 m.



Figure 3. Chargement latéral manuel de grumes dans une forêt de pins de Monterey (San Ignacio de Palomares, Chili)

Le gros du transport se fait presque exclusivement par camion et par chemin de fer. Les opérations de chargement et déchargement s'effectuent soit manuellement, soit à l'aide de grues hydrauliques et de chargeurs frontaux. La méthode manuelle revêt de l'importance lors de la manutention de grumes de trituration ou de sciage. La force musculaire est aidée par des installations provisoires nommées entre autres "burros" et "yeguas".

2. ASPECTS METHODOLOGIQUES

S'agissant de déterminer la durée des activités, les mouvements et les rendements, la méthodologie utilisée pour étudier le traînage des troncs à l'aide de boeufs et de tracteurs agricoles est fort analogue; elle varie seulement pour le calcul des coûts et des salaires, qui sont donc décrits séparément.

2.1 Description de la durée des activités

Pour chaque cycle de travail, on a déterminé la durée propre à chaque mouvement réalisé lors des opérations de débardage; il existe deux types de durée: normale et supplémentaire.

2.1.1 Durée normale

Il s'agit du temps strictement nécessaire pour exécuter une opération du cycle de travail.

2.1.2 Durée supplémentaire

Il s'agit des retards ou des interruptions des activités. Sa répartition varie selon les auteurs; aux fins de cette étude on a retenu la subdivision réalisée par Cardiel (1974) et la FAO (1970), à savoir: suppléments dus à la fatigue, à des besoins personnels et à des retards.

a) Suppléments dus à la fatigue. Il s'agit des arrêts du bouvier ou des ouvriers pour se reposer de la fatigue due au travail. Il peut s'agir de repos à proprement parler, de pause pour se désaltérer lorsqu'il fait chaud ou se réchauffer les mains lorsqu'il fait froid. On ne tient pas compte ici des arrêts pour le déjeuner. Les repos des boeufs lors des opérations de débardage sont comptabilisés, mais pas leur pause de midi.

b) Suppléments dus à des besoins personnels. C'est le temps mis par les ouvriers forestiers pour, entre autres, se changer ou pour effectuer un arrêt physiologique.

c) Suppléments dus aux retards. Les causes de retard peuvent être comptabilisables ou non. Dans le premier cas, il s'agit de retards inhérents aux opérations d'exploitation, comme: recevoir les instructions relatives au travail, mettre en place l'équipement sur le lieu du travail, préparer les tracteurs ou les boeufs dans la zone de débardage, changer des pièces, éliminer les obstacles qui gênent le déplacement sur les pistes de débardage, ramasser des branches, faire le plein de carburant, remplacer une chaîne ou un câble en cas de rupture, arranger ou empiler à nouveau une charge mal arrimée, régler ou réparer les outils servant aux boeufs. De même, certains bouviers ont l'habitude d'arrêter leurs animaux au moment où ils font leurs besoins; cette pause est donc comptabilisable.

Au nombre des retards non comptabilisables, mentionnons les pertes de temps accidentelles ou inutiles, dont l'oubli d'outils, les bavardages entre ouvriers, les arrêts provoqués et tout autre retard non imputable au déroulement normal des opérations. L'étude ne tient pas compte de ce type de perte de temps.

Les durées supplémentaires comptabilisables ont été réparties proportionnellement et ajoutées à chaque cycle de travail, puisqu'elles sont considérées comme une partie intégrale de la journée de travail et non d'un cycle précis ou particulier.

2.2 Description des mouvements

Les mouvements dont on tient compte dans les cycles de travail sont: voyage sans charge, chargement, voyage avec charge, et déchargement. Ces étapes sont mentionnées par différents chercheurs dans des études relatives à la durée du travail de débardage, citons entre autres Anaya (1975), Bezada et Frisk (1980), et Córdova et Frisk (1979). La Figure 4 illustre les étapes d'un cycle.

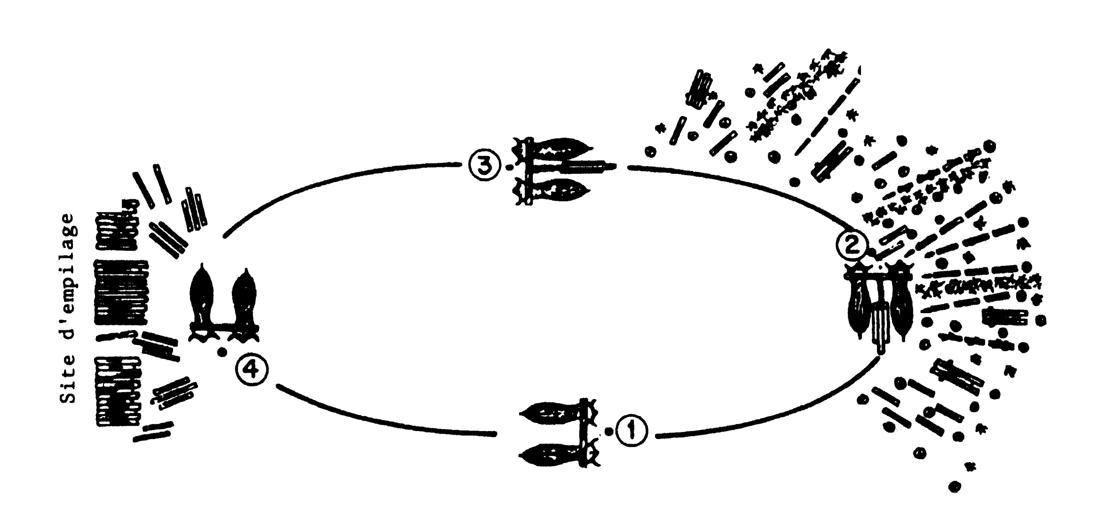


Figure 4. Mouvements des cycles du débardage: voyage à vide (1), chargement (2), voyage avec charge (3), déchargement (4)

2.2.1 Voyage sans charge

Il s'agit du temps mis par le tracteur ou les boeufs pour parcourir sans charge la distance qui sépare le lieu de déchargement de l'endroit où se trouve la charge.

2.2.2 Chargement

C'est le temps qui s'écoule entre le moment où les boeufs ou le tracteur arrivent puis quittent l'endroit où se trouvent les grumes à transporter. Cela comprend le temps passé à mettre les boeufs ou le tracteur en condition de tirer la charge, ainsi que la préparation et l'arrimage des grumes - le temps passé à les empiler est exclu puisque cette opération n'est pas réalisée par le bouvier ou le conducteur du tracteur.

2.2.3 Voyage avec charge

C'est le temps qui s'écoule à partir du moment où le tracteur ou les boeufs commencent à déplacer la charge pour aller du lieu de chargement à celui de déchargement.

2.2.4 Déchargement

Cette période va du moment où le tracteur ou les boeufs arrivent au lieu de déchargement pour y effectuer cette opération jusqu'à ce que la chaîne ou le câble d'arrimage soit remis en place sur le joug ou le treuil, selon le cas.

D'habitude, certains chercheurs classent ces durées en deux groupes: temps fixes ou variables.

Temps fixes tendent à être indépendants par rapport à la distance de débardage. Il s'agit du chargement et du déchargement.

Temps variables dépendent directement de la distance à parcourir et de la déclivité des chemins. Il s'agit du voyage avec et sans charge.

2.3 Détermination des durées

Le système utilisé pour mesurer le temps est connu sous le nom de "chronométrage avec remise à zéro" préconisé par Morrow (1957) et le BIT (1970). Il consiste à déterminer le temps nécessaire pour chaque mouvement du cycle de débardage de façon que, à la fin du mouvement mesuré, on lise et enregistre le temps écoulé et remette à zéro les aiguilles sans arrêter le mécanisme du chronomètre, qui commence immédiatement à mesurer la durée du nouvel élément. Les données ont été regroupées pendant plusieurs journées de travail successives sur un formulaire ad hoc (voir Annexe 2).

La taille de l'échantillon, c'est-à-dire le nombre de cycles des cas de débardage étudiés, a été déterminée statistiquement pour dégager par la suite les équations correspondant aux différents éléments.

2.3.1 Durée d'un cycle de travail

Il s'agit de la durée totale d'un cycle de travail, y compris les temps supplémentaires comptabilisables. Les équations ont été obtenues en suivant la méthode des moindres carrés 1/ selon le modèle $t = a + bx$; où:

t = durée (variable dépendante)
a,b = coefficient d'équation
x = distance (variable indépendante)

2.3.2 Durée d'empilage par mètre cube

C'est le temps nécessaire pour empiler un mètre cube de bois; il se calcule en établissant un rapport entre la durée du cycle de travail et le volume moyen de déchargement.

$$T(m3) = \frac{t}{V} = \frac{a + bx}{V}$$

1/ Travail réalisé au Centre de calcul de l'Universidad Austral de Valdivia avec la collaboration du statisticien Raimundo Vega et de l'ingénieur des eaux et forêts Mario Meneses.

où: T (m3) = temps nécessaire pour empiler un mètre cube
t = durée du cycle de travail, en centièmes de minute
V = volume moyen de la charge, exprimé en mètres cubes

2.4 Détermination du rendement

Le rendement s'exprime en mètres cubes par heure (m3/h), il se calcule compte tenu des rapports existants entre le volume moyen de déchargement et la durée du cycle de travail. On a retenu la formule générale et habituelle employée par Anaya (1975), Córdova et Frisk (1979) et d'autres chercheurs.

$$R = \frac{6000\ V}{\ }$$

où:

R = rendement en mètres cubes par heure
V = volume moyen de la charge, en mètres cubes
t = durée du cycle de travail en centièmes de minute

Le rendement peut également s'obtenir en utilisant la formule suivante:

$$R = \frac{6000}{\ }$$

où:

R = rendement en mètres cubes par heure
T = temps nécessaire pour empiler un mètre cube, exprimé en centièmes de minute

Le temps est mesuré en centièmes de minute, donc le chiffre 6 000 équivaut au nombre de centièmes de minute d'une heure sexagésimale.

2.5 Description des coûts par unité de volume

Il s'agit du quotient entre les coûts horaires encourus au titre des ressources utilisées pour les opérations (main-d'oeuvre, boeufs ou tracteurs) et la production par unité de temps (FAO, 1974).

La formule générale utilisée est:

$$C\ (m3) = \frac{Ch}{R}$$

où:

C (m3) = coût par mètre cube
Ch = coût horaire des ressources employées
R = rendement en mètres cubes par heure

En introduisant les formules de rendement (R) dans l'expression antérieure, on obtient deux équations qui peuvent être utilisées indistinctement pour déterminer les coûts par mètre cube, à savoir:

a) $C\ (m3) = \frac{Ch \times t}{6000\ V}$

b) $C\ (m3) = \frac{Ch \times T}{6000}$

où:

C (m3) = coût par mètre cube
Ch = coût horaire des ressources utilisées
t = durée du cycle de travail exprimée en centièmes de minute
V = volume moyen des chargements, exprimé en mètres cubes
T = temps nécessaire pour obtenir un mètre cube, exprimé en centièmes de minute
6000 = nombre de centièmes de minute d'une heure sexagésimale

Le coût horaire du débardage avec des boeufs comprend les coûts par heure afférents à la paire de boeufs, plus la main-d'oeuvre, qui dans ce cas-ci correspond au coût horaire du bouvier.

Les paramètres qui interviennent dans le calcul du coût horaire du débardage à l'aide de boeufs ou de tracteurs agricoles sont différents et ils font donc l'objet de descriptions séparées. De même, dans chaque cas, ces paramètres sont de deux types, à savoir coûts fixes et coûts variables.

Les coûts fixes sont ceux qui existent qu'il y ait exploitation ou non; il s'agit entre autres des intérêts, de l'amortissement, des assurances, des aliments de base nécessaires aux boeufs, de la mortalité des animaux et des salaires fixes.

Les coûts variables dépendent du travail, c'est-à-dire des opérations; il s'agit par exemple des coûts afférents au carburant, au remplacement des pneumatiques et aux aliments spéciaux destinés aux boeufs.

2.5.1 Variables utilisées pour déterminer le coût horaire du débardage avec des boeufs

Le coût horaire comprend les coûts par heure d'utilisation de la paire de boeufs plus la main-d'oeuvre, qui, dans ce cas-ci, équivaut au coût horaire du bouvier.

Ch = Chb + Chm

où:

Ch = coût horaire du débardage à l'aide de boeufs
Chb = coût horaire des boeufs
Chm = coût horaire du bouvier (main-d'oeuvre)

a) Coûts fixes

Intérêt. Il est calculé en retenant le capital investi pour l'achat d'une paire de boeufs auquel s'ajoute le prix d'achat de tous les accessoires: anneaux, courroies, attelles, joug et aiguillon.

L'intérêt équivaut au montant du loyer de l'argent emprunté ou, dans un sens plus large, il s'agit de la rentabilité d'un placement productif de capital. Aux fins du calcul, on a retenu dans le cas du Chili un intérêt réel de 12 pour cent.

$$I = \frac{1}{U} (Va + Vb) \frac{T}{100}$$

$$I = \frac{(Va + Vb)\ T}{100\ U}$$

où:

I = coût de l'intérêt
Va = valeur d'achat des accessoires
Vb = valeur d'achat ou frais d'élevage des boeufs
T = taux d'intérêt (12 pour cent)
U = heures de travail annuelles

Coût d'amortissement. Seuls les accessoires perdent de leur valeur puisque les boeufs peuvent être vendus au terme de leur vie utile et sont élevés de façon que leur viande soit consommable par l'homme. La présente étude différencie l'amortissement des éléments métalliques (anneaux, chaînes et crochets) de celui des éléments moins durables (jougs, traits, et aiguillon); ensuite les valeurs respectives sont additionnées pour former un seul coût.

$$Cd = \frac{Va}{NU}$$

où:

Cd = coût d'amortissement exprimé en heures
N = vie utile des accessoires, en années
U = utilisation annuelle, exprimée en heures

Coût de l'alimentation normale. Ce sont les dépenses occasionnées par l'achat des aliments de base nécessaires aux boeufs. Ces derniers sont généralement alimentés à l'aide de produits ensilés ou de foin lorsqu'ils servent à débarder. Toutefois, cette alimentation peut varier, c'est la raison pour laquelle on ne propose aucune formule pour ce coût.

Coût des médicaments et des services vétérinaires. Ceci comprend les dépenses au titre des services vétérinaires, des médicaments et des vaccins. Il est estimé dans cette étude à 5 pour cent de la valeur d'achat d'une paire de boeufs.

$$Cm = \frac{Vb}{U} \times 0{,}05$$

où:

Cm = coût des médicaments par heure
Vb = valeur d'achat ou d'élevage d'une paire de boeufs
U = travail annuel exprimé en heures

Coût de la mortalité. Il s'agit des morts par accident ou maladie. Il correspond à 5 pour cent du prix d'achat d'une paire de boeufs; ce pourcentage est utilisé fréquemment au Chili par Soto (1970) et d'autres auteurs. La valeur est obtenue comme dans le cas précédent.

b) Coûts variables

Alimentation spéciale. Ce sont les dépenses pour la supplémentation des boeufs servant au débardage.

L'Annexe 3 donne les renseignements de base ainsi que les calculs du coût horaire pour une paire de boeufs.

Coût de la main-d'oeuvre. C'est le salaire versé au bouvier pour mener les boeufs lors des opérations de débardage. On tient seulement compte du salaire d'un ouvrier sans inclure les coûts afférents aux agents chargés de l'empilage, car il s'agit d'une opération distincte du traînage des grumes.

Au Chili, pour les activités de débardage, les salaires versés aux bouviers sont fort variables; ils sont payés soit au contrat, soit au forfait en fixant un certain prix pour le traînage des grumes qui généralement se chiffre de deux façons: i) à la pièce, lorsque les dimensions des grumes dépassent 30 cm de diamètre et 2,50 m de longueur, c'est-à-dire lorsqu'elles sont destinées au sciage; ii) par mètre de pile 1/ lorsque l'empilage manuel est facile et rapide. Les recherches de l'auteur de la présente étude ont fait ressortir que certaines exploitations forestières possédaient leurs propres animaux de trait, mais que parfois le peu de soin des bouviers ou encore l'épuisement et le dépérissement des boeufs dus à un excès de travail ont amené ces exploitations à sous-traiter, de sorte que les animaux appartiennent aux travailleurs; cependant, il existe encore aujourd'hui certaines petites exploitations qui sont propriétaires de boeufs de trait.

On trouvera à l'Annexe 3 le coût horaire nominal d'un bouvier calculé à partir de données fournies par une exploitation forestière chilienne.



Figure 5. Piles de grumes de trituration disposées en "mètres ruma" (Nacimiento, Chili)

1/ 1 mètre de pile (metro ruma) est constitué par des rondins de pins de Monterey, destinés généralement à la trituration, qui empilés font 1 mètre de haut par 1 mètre de large et 2,44 m de long.

Les données de base et les valeurs du coût horaire figurent à l'Annexe 3.

2.5.2 Variables utilisées pour déterminer le coût horaire du débardage à l'aide de tracteurs agricoles

La méthodologie élaborée pour déterminer les coûts se fonde principalement sur les grandes lignes des recherches d'Anaya (1975), d'Overgaard (1975), de Frisk (1972) ainsi que sur les procédés proposés par Caterpillar Tractor Co. (1975).

Le coût horaire d'utilisation de n'importe quel type de tracteur agricole varie beaucoup selon les frais fixes et ceux variables; leur variabilité dépend de nombreux facteurs, dont notamment: le genre de travail réalisé; les prix locaux des tracteurs, carburants et lubrifiants; les taux d'intérêt qui généralement diffèrent selon le pays. Pour calculer exactement le coût horaire, il faut donc tenir compte de l'expérience locale ou régionale.

Le coût horaire s'obtient en additionnant le coût d'une heure d'utilisation d'un tracteur agricole, celui du tractoriste et celui de l'arrimeur. La formule générale employée est la suivante:

$$Ch = Cht + Chm$$

où:

Ch = coût horaire total
Cht = coût horaire de possession et d'utilisation du tracteur
Chm = coût horaire de la main-d'oeuvre

a) Coûts fixes

Intérêt. Le niveau d'intérêt retenu équivaut au revenu que l'on aurait pu tirer en plaçant le montant équivalant au prix du tracteur sur un carnet d'épargne à intérêt fixe. Aux fins de la présentè étude on a arrêté un taux d'intérêt annuel de 12 pour cent.

$$I = \frac{1}{U} \left(\frac{Vi + Vr}{2} \right) \frac{T}{100}$$

$$I = \frac{(Vi + Vr)\ 12}{U\ 200}$$

où:

I = coût de l'intérêt
Vi = valeur initiale du tracteur (y compris le treuil de débardage)
Vr = valeur de revente ou valeur finale du tracteur (y compris le treuil de débardage)
U = utilisation annuelle du tracteur, exprimée en heures
T = taux d'intérêt (12 pour cent)

Amortissement. L'amortissement est une réserve constituée au titre de la diminution de valeur du tracteur et des accessoires de débardage par rapport à leur prix d'achat du fait de leur utilisation, ceci afin de recouvrer le montant investi à mesure de l'utilisation de l'engin et des accessoires.

La méthode d'amortissement proposée dans la présente étude se fonde exclusivement sur les heures d'utilisation annuelle.

$$Ca = \frac{Vi - (Vr + Vp)}{NU}$$

où:

Ca = coût horaire de l'amortissement
Vi = prix d'achat du tracteur (y compris le treuil de débardage)
Vr = valeur de revente du tracteur (y compris le treuil de débardage)
Vp = valeur de remplacement des pneumatiques
N = vie utile du tracteur exprimée en années
U = utilisation annuelle du tracteur exprimée en heures

Comme on peut le constater, les pneumatiques sont exclus de la formule précédente car ils sont considérés comme des articles onéreux qui s'usent rapidement (Caterpillar, 1975), et leur prix de remplacement est retranché du coût initial du tracteur afin de trouver une valeur nette d'amortissement, pneumatiques exclus.

Permis de conduire. Il s'agit des frais afférents à l'obtention du permis de conduire indispensable pour utiliser le tracteur. Au Chili, le permis de conduire se renouvelle tous les ans.

$$CP = \frac{P}{U}$$

où:

CP = coût horaire du permis de conduire
P = coût annuel du permis de conduire
U = utilisation annuelle du tracteur exprimée en heures

b) Coûts variables

Réparations. Ces frais comprennent les réparations du tracteur ainsi que la valeur des pièces détachées et de la main-d'oeuvre (à l'exclusion du salaire du tractoriste). Certaines sociétés ou certains exploitants tiennent une comptabilité de ces coûts qui permet de déterminer au mieux le coût horaire des réparations. Faute de livres comptables, on retient généralement comme base de calcul un pourcentage du coût initial de l'engin.

Aux fins de la présente étude, le pourcentage retenu est de 90 pour cent, soit le facteur de réparation proposé par Caterpillar (1975) dans le cas de tracteurs forestiers à roues travaillant dans des endroits accidentés, pierreux et rocheux classés "Zone C" par Caterpillar (1975), dont les caractéristiques ressemblent à celles des sites d'exploitations forestières.

$$Cr = \frac{(Vi - Vp)r}{NU} = \frac{(Vi - Vp)\ 0{,}90}{NU}$$

où:

Cr = coût horaire de réparation
Vi = prix d'achat du tracteur (y compris le treuil de débardage)
Vp = valeur de remplacement des pneumatiques
N = vie utile du tracteur exprimée en années
U = utilisation du tracteur exprimée en heures
r = facteur de réparation = 90 pour cent = 0,90

Pneumatiques. Etant donné leur coût élevé, les pneumatiques font l'objet d'un examen distinct; on estime leur durée en se fondant sur l'expérience.

$$Cp = \frac{Vp}{N} = \frac{Vp}{3\ 000}$$

où:

Cp = coût des pneumatiques par heure
Vp = valeur de remplacement des pneumatiques
N = vie utile des pneumatiques exprimée en heures

La durée moyenne des pneumatiques est estimée à 3 000 heures (Caterpillar, 1975).

Carburant. La consommation de carburant se détermine sur le chantier même; en cas de difficultés, on peut toujours consulter la notice du tracteur.

Les dépenses de carburant varient selon le type de tracteur, la façon de conduire du tractoriste, le poids de la charge, la topographie et la durée du travail, entre autres choses; c'est pour ces raisons que la consommation enregistrée sur le terrain peut différer de celle mentionnée par la notice.

Lors de l'élaboration de cette étude, la consommation de carburant a été mesurée sur le chantier et les coûts ont été calculés selon la formule suivante:

$$Cc = Ch \times Vc$$

où:

Cc = coût horaire du carburant
Ch = consommation horaire de carburant
Vc = coût du litre de carburant

Lubrifiants, filtres et graissage. Il s'agit des coûts de changement de l'huile du moteur, de la transmission et de la boîte de vitesse ainsi que d'autres travaux de lubrification.

Accessoires. Il s'agit du coût du crochet d'acier et du câble nécessaires au débardage.

Entretien. C'est le temps passé aux travaux d'entretien du tracteur et les frais qui en découlent; citons notamment la vérification du niveau d'eau du radiateur et des niveaux d'huile, la vérification du fonctionnement des freins, l'approvisionnement du tracteur en carburant, etc. Aux fins du calcul on a estimé que le tractoriste consacr chaque jour un quart d'heure à ce genre de travaux, ce qui représente un quart du coût horaire de son salaire.

Coût de la main-d'oeuvre. Il s'agit du salaire versé au tractoriste et à l'arrimeur. Dans la présente étude, ces coûts comprennent en outre les primes versées en fonction du volume déplacé.

3. LIMITES DE L'ETUDE

Les données concernant les animaux de trait se rapportent à différents couples de boeufs d'un poids unitaire compris entre 500 et 700 kg et dotés tous, par hypothèse, de la même capacité de travail. Les activités de débardage ont été effectuées avec des boeufs et des bouviers expérimentés au niveau de production stable.

Les sites retenus pour analyser le débardage à l'aide de boeufs sont des exploitations forestières chiliennes où les activités obéissent à une planification.

La puissance et le rendement du tracteur agricole étudié n'étaient pas des meilleurs car il manquait sur la partie antérieure de l'engin le lestage spécial permettant d'équilibrer le poids du treuil et de la charge. De même, le chargement s'est fait uniquement à l'aide du câble du treuil, sans les estropes qui auraient permis d'aller plus vite et donc de réduire les coûts de débardage.

Les temps de débardage à l'aide des boeufs et du tracteur agricole tiennent seulement compte des périodes de travail effectives et des périodes supplémentaires comptabilisables; le temps consacré à d'autres activités, comme empiler les grumes et charger les camions, est exclu des calculs.

Dans le cas du tracteur agricole, l'étude du temps de débardage a été effectuée dans un seul chantier de sorte qu'elle ne reflète qu'un seul type de conditions d'exploitation.

DEUXIEME PARTIE

DEBARDAGE A L'AIDE DE BOEUFS



Figure 6. Débardage à l'aide de boeufs dans des forêts de peuplement (Lastarria, Chili)

1. LES ANIMAUX DE TRAIT DANS LE MONDE

Dans bien des régions du monde, les animaux constituent la source d'énergie principale pour les travaux agricoles et forestiers et pour les transports. De nombreuses espèces servent au trait, dont essentiellement les bovins, les buffles, les ânes, les chevaux, les éléphants, les lamas, les mules et les yaks. D'après Ramaswamy (cité par Starkey 1982), il y a dans le monde approximativement 300 millions d'animaux de trait, dont 225 sont des bovins employés particulièrement dans les pays en développement.

Les recherches de Smith (1981) et Hopfen (1970) montrent d'une façon générale la répartition géographique des animaux de trait dans le monde. Les boeufs, par exemple, sont une source d'énergie importante en Amérique latine (surtout au Chili, au Brésil et au Mexique), en Afrique, particulièrement en Ethiopie et au sud du désert du Sahara, en République arabe unie, ainsi qu'en Asie méridionale et orientale. Les buffles revêtent un intérêt particulier en Asie du Sud-Est et en Egypte.

Les ânes et les mules servent au transport, au chargement et aux travaux agricoles en Amérique du Sud, en Egypte, dans la péninsule Ibérique et dans certains pays du Proche-Orient. Les chameaux sont un moyen de transport dans les déserts et zones arides des pays qui s'étendent de l'Afrique occidentale à la Chine. L'éléphant sert aux travaux et au transport en Inde, à Sri Lanka et dans certains pays d'Asie du Sud-Est.

Le cheval en tant qu'animal de trait joue un rôle important au Chili, au Brésil et au Mexique; toutefois d'une façon générale il est de moins en moins utilisé à cette fin dans le monde entier. Les lamas sont utilisés pour le transport dans les Andes d'Amérique du Sud, tout comme le yak dans les plateaux et les montagnes du nord de l'Asie centrale.

Compte tenu de ce qui précède, on peut affirmer qu'il existe aujourd'hui un potentiel considérable et appréciable d'animaux de trait, dont on connaît fort peu de chose en comparaison avec les animaux destinés à la production carnée ou laitière, et, étant donné leur importance, Smith (1980) a proposé la création d'un institut international de recherche, chargé d'améliorer les techniques d'utilisation de ces animaux.



Figure 7. Débardage à l'aide d'un cheval et de boeufs dans une forêt de pins de Monterey (San Ignacio de Palomares, Chili)

2. ETUDES ANTERIEURES RELATIVES AU DEBARDAGE A L'AIDE D'ANIMAUX DE TRAIT

La présente étude traite exclusivement du débardage avec des boeufs et de certaines recherches sur le débardage à l'aide de chevaux réalisées au Chili où jusqu'ici cette opération est peu mécanisée et s'effectue essentiellement à l'aide de boeufs aidés par certains engins mécaniques.

2.1 Débardage à l'aide de chevaux

Au nombre des ouvrages traitant du débardage avec des chevaux au Chili, il convient de citer les études de Soto (1970) 1/ réalisées dans diverses conditions de déclivité avec quatre types d'équipement - elles ont trait aux grumes de sciage et de trituration. Ces recherches visaient à diffuser l'utilisation du cheval pour les activités d'exploitation du pin de Monterey. Les principaux facteurs limitatifs dont elles font état sont le manque de dressage des animaux (d'une durée de 1 à 8 mois) et le peu d'expérience des agents.

Les chevaux de trait ont pour particularité de travailler seuls, alors que les boeufs doivent être couplés. C'est pour cette raison, et à cause des caractéristiques morphologiques et de la force de traction qui, chez les boeufs, est exercée à partir de la tête et de la nuque et chez les chevaux à partir de l'omoplate, que leur équipement diffère (voir Figure 8).

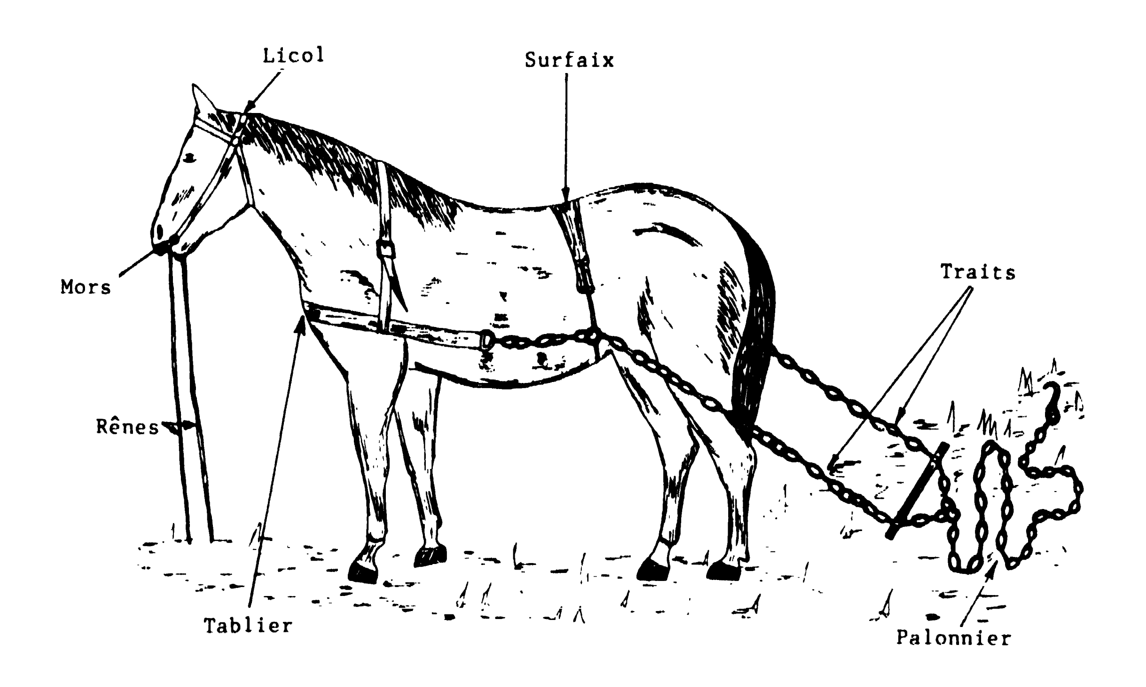


Figure 8. Cheval de trait muni des instruments et de l'équipement de débardage

1/ Etude élaborée par Soto (1970) comme thèse de fin d'études d'ingénieur des eaux et forêts, et publiée par l'Instituto Forestal (1971)

L'équipement de débardage employé pour les expériences de Soto (1970) est composé de: char à grumes Fossigen, traîneau VSA, pince de débardage Domänsaxen et chaînes de débardage pour des grumes de sciage et de trituration. Les trois premiers articles sont d'origine suédoise et aujourd'hui seule la chaîne est utilisée au Chili, c'est pourquoi les données de cette étude relatives au débardage à l'aide de chevaux se rapportent à cet outil. On trouvera à l'Annexe 4 une description et des photos de ces équipements.

Pour les expériences de débardage avec des chevaux utilisant des traits, les données ont été recueillies sur des terrains présentant une déclivité de 6 à 15 pour cent et de 16 à 25 pour cent, peuplés de pins de Monterey de 23 ans non exploités et soumis à une coupe rase - les arbres étaient d'une hauteur moyenne de 28 m, d'un diamètre moyen à la hauteur de la poitrine de 21 cm, d'une densité de 1 500 unités/ha et d'un volume de 570 m^3/ha.

La longueur des grumes de sciage et de trituration était respectivement de 3,30 et de 2,44 m.

Sur les terrains d'une déclivité de 6 à 15 pour cent, on a enregistré une vitesse sans charge de 78 m/minute, et avec charge de 84 m/minute. Pour une déclivité de 16 à 25 pour cent, la vitesse sans charge a été de 57 m/minute, et celle avec charge de 55 m/minute.

Les unités et les volumes moyens de charge dans les conditions de déclivité mentionnées figurent au Tableau 3.

Tableau 3

Débardage avec des chevaux munis de traits de grumes de sciage et de trituration - charge moyenne exprimée en unités et en volume pour différents degrés de déclivité

Type de grumes	Déclivité (%)	Charge moyenne (unités)	Charge moyenne (m3)
Grumes de sciage	- 6 à -15	1,8	0,229
Grumes de sciage	-16 à -25	2,2	0,288
Grumes de trituration	- 6 à -15	16,6	0,376
Grumes de trituration	-16 à -25	18,2	0,428

La représentation graphique des valeurs de temps et de rendement obtenues par Soto (1970) se trouve aux Figures 9 et 10 et les équations à l'Annexe 4 (Tableau 4.1).

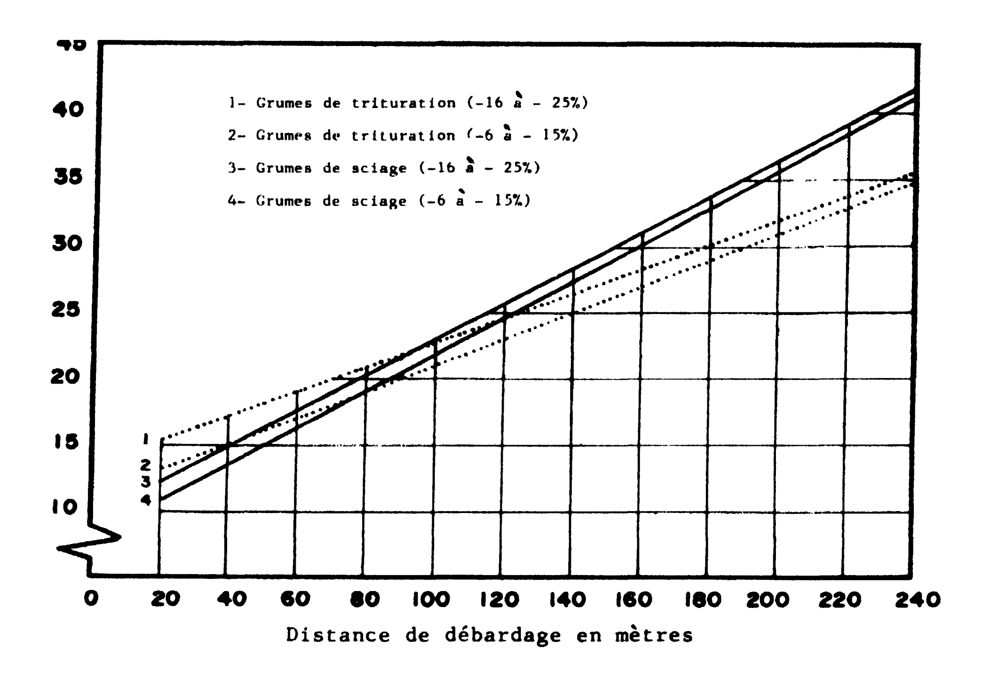


Figure 9. Débardage de grumes de sciage et de trituration effectué sur des pentes avec des chevaux - le temps est exprimé en minutes par mètre cube

Plus la déclivité est faible, moins il faut de temps pour débarder un mètre cube. Pour les 60 premiers mètres il faut moins de temps pour les grumes de sciage et à partir de cette distance il faut moins de temps pour débarder les grumes de trituration que celles de sciage.

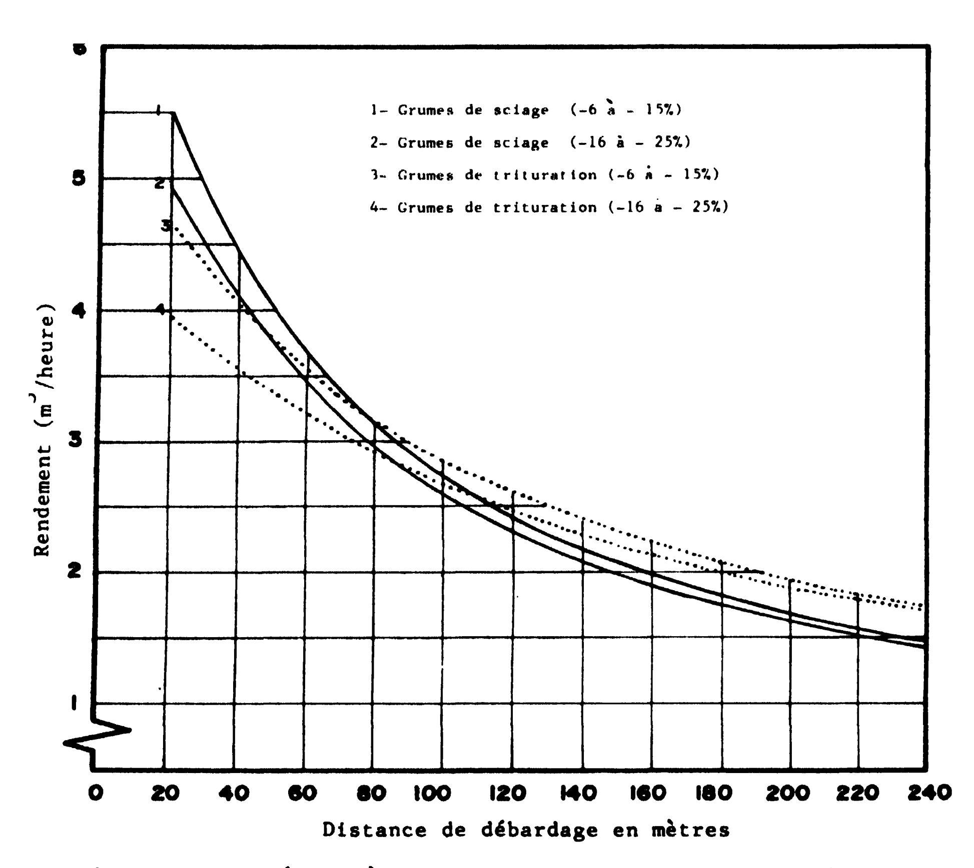


Figure 10. Rendement exprimé en mètres cubes par heure pour le débardage de grumes de sciage et trituration, opération effectuée à l'aide de chevaux sur des

2.2 Débardage à l'aide de boeufs

a) Eisenhauer (1969) a réalisé des recherches relatives à l'extraction de grumes à l'aide de boeufs dans une forêt de pins de Monterey présentant les caractéristiques suivantes: arbres de 24 ans, d'un diamètre moyen à hauteur d'homme de 32 cm, d'une hauteur moyenne de 24 m et d'une densité de 600 unités/ha. La dimension des grumes transportées variait entre 3 et 7 m.

Dans ces conditions, le débardage réalisé sur un terrain d'une déclivité de 11 pour cent et sur une distance comparative de 125 m durait 36,86 minutes par mètre cube, soit un rendement de 1,48 m^3/heure.

b) En se fondant sur les données d'une entreprise forestière du Chili, ayant trait à une forêt primaire, Hernández (1969) a obtenu des rendements de 11,37 m^3 par journée pour le traînage de grumes à l'aide de boeufs, à partir du site de roulement jusqu'à la piste, pour des distances comprises entre 50 et 200 m.

Par ailleurs, il a constaté un rendement de 6,55 m^3 par journée de travail pour le transport de grumes à l'aide de boeufs des pistes jusqu'aux sites d'empilement sur des distances variant entre 1 000 et 1 500 m.

c) Jelvez (1977) a étudié le rendement des boeufs dans une forêt de pins de Monterey soumis à trois types d'éclaircie: sélective, systématique et mixte. Les arbres avaient 12 ans, leur densité était de 1 110 unités/ha, et leur diamètre moyen de 19 cm.

Dans le cas de l'éclaircie sélective, pour débarder un mètre cube avec un char tiré par des boeufs sur une distance moyenne de 25 m, il a fallu 33,79 minutes, soit un rendement de 0,89 m^3/heure. La longueur des pièces transportées était de 2,44 m.

Pour l'éclaircie systématique, les grumes débardées étaient longues (fûts utilisables dans toute leur longueur) et la distance moyenne était de 37,5 m. Il a fallu 17,62 minutes pour transporter un mètre cube, soit un rendement de 1,70 m^3/heure.

S'agissant d'éclaircie mixte, c'est-à-dire d'une combinaison des deux systèmes précédents, pour le transport de bois longs sur une distance moyenne de 37,5 m, le temps de transport par mètre cube était de 17,62 minutes et le rendement de 1,70 m^3/heure.

Il existe d'autres études relatives au débardage à l'aide de boeufs et de chevaux mais leurs résultats ne sont pas présentés ici, car leurs calculs tiennent compte du temps d'empilement qui n'a pas été retenu dans la présente analyse.

3. GENERALITES RELATIVES AUX BOEUFS DE DEBARDAGE

3.1 Avantages et utilisations

Depuis l'antiquité, le boeuf est employé comme animal de trait et, bien qu'il n'existe pas de renseignements précis à ce sujet, il semble que les bovins aient servi de source d'énergie avant d'être utilisés pour produire du lait ou de la viande.

Le boeuf est caractérisé par la multiplicité de ses possibilités d'emploi: il peut servir aux travaux agricoles ou forestiers et au transport proprement dit; il peut être élevé directement par les agriculteurs qui, généralement, n'ont pas besoin de l'acheter car ils disposent d'animaux de reproduction, de même qu'ils produisent les

denrées nécessaires à son alimentation. Le boeuf est lent, mais il est constant, résistant, fort, facile à mener et, à la fin de sa vie active, après avoir été soumis à un régime d'embouche, il donne un bon rendement carné qui permet à l'éleveur de recouvrer les dépenses faites pour l'animal.

En agriculture, on emploie les boeufs comme source de traction animale essentiellement pour le labourage et le travail de la terre. Il existe à ce sujet plusieurs recherches partielles; citons, entre autres, les travaux de Vandemaele (1977), Inns (1980), Smith (1981) et Starkey (1982).

Pour le transport, les boeufs servent avant tout à tirer des charrettes et des chariots portant des chargements légers et généralement volumineux, comme, par exemple, de la sciure ou des copeaux; on les utilise également pour les déplacements sur des sentiers étroits ou des voies en assez mauvais état.



Figure 11. Boeufs servant au transport sur rails de produits forestiers (Complejo Forestal y Maderero de Panguipulli; Neltume, Chili)



Figure 12. Chargement latéral de grumes à l'aide de boeufs dans des forêts secondaires (Lastarria, Chili)

Auparavant, les boeufs étaient indispensables pour toutes les opérations forestières dans la plupart des régions du monde (FAO, 1983). Aujourd'hui, toutefois, ils ont été remplacés en de nombreux endroits par différents types de machines. D'aucuns voient dans les boeufs un signe de retard technique; cependant, il convient de signaler que de nombreuses entreprises forestières continuent d'arriver à de bons niveaux de production avec ces animaux; ce sont donc les connaissances et les techniques nécessaires à leur emploi que l'on a perdues. Malgré ce qui précède, les boeufs continuent d'avoir une importance dans le domaine forestier, particulièrement pour ce qui est du débardage, tant dans les forêts secondaires que primaires.

Au Chili, en 1982, 696 scieries (soit approximativement 90 pour cent du total), 3 entreprises produisant de la pâte à papier et du papier et 7 usines de contre-plaqués se sont servies de boeufs pour débarder (CONAF, INFOR, 1983) 1/; l'utilisation combinée d'animaux de trait et de tracteurs forestiers est fréquente. Selon certaines estimations, il existe au Chili quelques milliers de boeufs couplés servant au débardage tant dans des forêts de plantation que dans des forêts primaires. Par ailleurs, dans les scieries, ils servent de moyen de traction pour transporter des grumes du site d'entreposage jusqu'à la scie principale, et parfois, surtout dans des forêts primaires, on les utilise pour charger les camions - travail normalement réalisé par des grues mobiles.

3.2 Caractéristiques morphologiques

Les caractéristiques morphologiques des boeufs utilisés pour le débardage varient selon les races, toutefois plusieurs d'entre elles présentent une série de caractéristiques extérieures identiques.

1/ En 1982, il y avait au Chili un total de 1 498 scieries, dont seules 973 étaient actives (CONAF, INFOR, 1983).

Agenjo (1945) a défini certains traits, toujours valables, qui peuvent s'appliquer aux boeufs de débardage. Il s'agit essentiellement des points suivants: une tête solide; une nuque en bon état car elle reçoit le joug; des cornes bien plantées, fermes, développées et bien dirigées, qui facilitent le passage des courroies utilisées pour fixer le joug; un cou court, gros et puissant, car il reçoit le poids du bois; une poitrine ample et profonde; un garrot bien détaché et une croupe musclée aux hanches bien marquées.

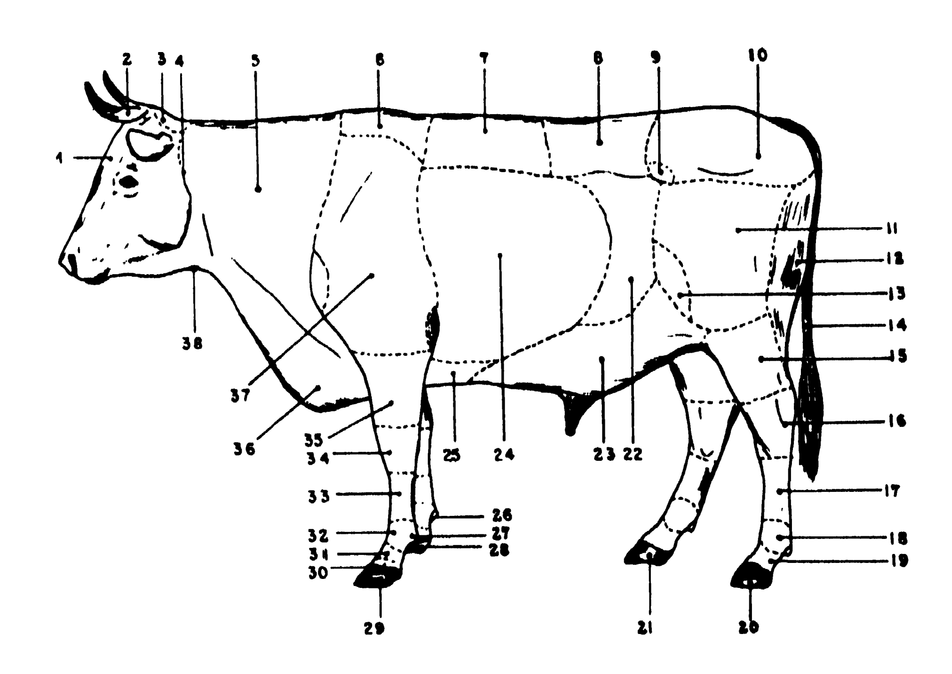


Figure 13. Principales parties morphologiques des boeufs de trait

1. Tête. 2. Cornes. 3. Nuque. 4. Chanfrein. 5. Cou. 6. Garrot. 7. Dos. 8. Reins. 9. Hanche. 10. Croupe. 11. Cuisse. 12. Fesse. 13. Grasset. 14. Queue. 15. Jambe. 16. Jarret. 17. Canon. 18. Boulet. 19. Paturon et couronne. 20 et 21. Onglons. 22. Flanc. 23. Ventre. 24. Côte. 25. Passage des sangles. 26 et 27. Chataîgnes. 28 et 29. Onglons. 30. Couronne. 31. Paturon. 32. Boulet. 33. Canon. 34. Genou. 35. Avant-bras. 36. Poitrine. 37. Epaule et bras. 38. Fanon.

Les membres antérieurs et postérieurs doivent être correctement d'aplomb et leurs différentes parties bien conformées: dos grand et puissant; bras longs; cuisses longues et fesses rectilignes; jambes longues et jarret ample. Les pattes (formées par le canon, le boulet, la couronne et les onglons) revêtent une grande importance chez les animaux de débardage: elles doivent être courtes et robustes, et il est bon que les onglons soient durs et résistants (voir figure 13).

Le poids moyen des boeufs est de 600 kg.

Leurs dimensions varient selon les races et les individus. De la Maza (1969) donne comme mesures moyennes 2,70 à 3 m de long, 1,50 à 1,80 m de haut (taille), et 0,80 à 1,10 m de large.

3.3 Elevage, castration, dressage et conduite des boeufs

Les boeufs servant aux travaux forestiers sont couplés et le succès du débardage dépend de leur domestication, dressage et harnachement.

Les jeunes animaux sélectionnés pour ce travail doivent être de préférence des bouvillons étant donné la dureté du travail. Il faut les habituer dès leur première année à voir les personnes de l'exploitation où ils sont nés et à voisiner avec l'homme, afin qu'ils n'en aient pas peur; il faut également les familiariser avec les commandements. Il est souhaitable de les élever dans des endroits où ils sont libres de se déplacer et d'exercer leurs muscles et articulations, ce qui est nécessaire à leur bon développement; il est également recommandé de les séparer des autres animaux de la même espèce.

Les boeufs sont châtrés avant d'être dressés. Ensminger (1970) estime que la castration doit se faire entre le quatrième et le douzième mois, et Agenjo (1945) préconise cette opération entre le huitième et le dixième mois. La castration effectuée sur un animal de moins d'un an peut inhiber le développement musculaire du train inférieur et postérieur, principalement de l'épaule, de la nuque et des cuisses (Goe, 1983). La FAO (citée par Goe, 1983) recommande la castration des bovins lorsqu'ils ont un an et demi à deux ans. Même si les critères diffèrent dans ce domaine, l'âge de la castration varie selon l'espèce, le pays et la région.

La castration peut se faire à n'importe quel moment de l'année, toutefois l'on recommande de la pratiquer lors de périodes de température modérée, particulièrement le printemps et l'automne, ou peu avant la saison des pluies, afin de réduire les risques d'infections dues aux insectes et parce que la chaleur ou le froid excessifs produisent des traumatismes fonctionnels. L'ablation des organes de reproduction a pour objet de diminuer l'irrascibilité des animaux et de les rendre plus dociles (Navajas, 1955).

L'âge du début du dressage varie selon les pays. Hopfen (1970) considère que l'on peut commencer lorsque les animaux ont entre un an et demi et deux ans; la FAO (1983) estime qu'il est opportun de commencer à partir de trois ans, et l'enquête réalisée par l'auteur du présent travail dans différentes exploitations forestières du Chili a montré que l'âge du début du dressage est de deux ans et demi, avec une période d'accoutumance de six mois.

On commence le dressage en habituant les animaux aux jougs doubles de tête; ils sont couplés et le travail consiste essentiellement à leur faire tolérer le joug. Après quoi, on les habitue à traîner une charrette, à supporter des charges légères que l'on augmente petit à petit afin d'accoutumer l'animal à supporter un certain poids. Lors de ces deux étapes, quand on dispose d'un boeuf déjà expérimenté, on l'apparie au boeuf jeune, qui sera de la sorte dominé par la force de l'animal adulte.

La dernière phase consiste à mener le boeuf dressé dans la forêt afin de l'apparier à un autre animal de son âge. Le dressage est considéré complet lorsque le boeuf a atteint la maturité, approximativement cinq ans, époque à laquelle il est déjà prêt à tirer des chargements complets (FAO, 1983).



Figure 14. Boeufs jeunes attelés à une charrette dans une scierie (Los Sauces, Chili)

Le bouvier doit connaître le caractère des animaux pour les conduire et avoir une pratique certaine. Les commandements se font dans le parler local pour éviter toute confusion en cas de changement de région et de propriétaire; il est toutefois souhaitable qu'un seul bouvier conduise la même paire de boeufs pendant plusieurs années, chose parfois difficile à obtenir. Les mots doivent être courts et, si possible, le bouvier s'aidera d'une gaule ou d'un aiguillon pour que les animaux sachent quand il faut avancer, reculer, tourner ou s'arrêter. De toute façon, un bouvier aguerri ne doit ni aiguillonner ni maltraiter les boeufs, car ils obéiront au seul commandement.

Il faut savoir qu'un bouvier inexpérimenté peut exciter constamment les animaux et obtenir des rendements journaliers excellents pour le débardage, mais qu'avec le temps les boeufs s'épuiseront, le rendement diminuera et la vie utile des animaux se raccourcira.

Dans certains endroits, on a l'habitude de donner un nom à chaque animal et on a constaté qu'ils y réagissent lorsqu'on les appelle. Les bouviers ne doivent pas oublier que les animaux sont sensibles aux caresses et aux flatteries, et qu'ils s'affectionnent facilement, tout comme ils sont rancuniers lorsqu'on les maltraite - le rendement de l'animal croît à mesure que son lien avec l'homme se renforce.

Selon la FAO (1983), les boeufs peuvent travailler jusqu'à l'âge de 10 à 12 ans; l'auteur de la présente étude a fait des observations analogues au Chili. La vie utile des animaux varie entre 6 et 7 ans.

3.4 Capacité de charge

Lors du débardage par traînage, la capacité de charge des boeufs varie en fonction de leur poids, des conditions topographiques, des types de forêts exploitées, de la densité du bois et des dimensions des grumes.



Figure 15. Débardage à l'aide de boeufs dans une forêt de pins de Monterey (Nacimiento, Chili)

Dans le cas du traînage, les volumes et poids maxima s'obtiennent lorsque l'on débarde en descente. Selon les données obtenues par l'auteur, dont le détail figure au Chapitre 6.2.2, les charges maxima de débardage sont obtenues dans des forêts primaires où, du fait du poids et de la taille des grumes, les boeufs ont pu tirer des charges équivalant à plus de deux fois le poids d'un animal de 600 kg.

3.5 Force de travail, effort de traction et puissance

Lors du transport, la force de travail exercée par les boeufs sur les grumes dépend de différents facteurs dont, notamment: le poids de l'animal seul ou apparié, le poids de la charge, l'angle de trait, la distance parcourue, le coefficient de friction entre les grumes et le sol, la déclivité du terrain, le mode de transport du chargement, les conditions climatiques et l'intensité du travail.

L'effort de traction varie entre 10 et 14 pour cent du poids corporel, avec des vitesses comprises entre 2,5 et 4,0 km/heure (Goe, 1983). La puissance développée par les boeufs dépend du rythme de travail: plus il est élevé, plus la puissance croît; par exemple: une paire de boeufs pesant environ 1 200 kg, qui tire une charge avec un effort de traction de 120 kgf à une vitesse de 0,70 m/seconde aura une puissance de travail qui, exprimée sous forme d'énergie comme le proposent Sears et Zemansky (1963), est de 0,82 kW par seconde et, lorsque la vitesse diminue à 0,60 m/seconde, la puissance sera de 0,56 kW par seconde.

Le tableau 4 présente quelques valeurs de la capacité de trait (ou effort de traction) ainsi que la puissance de travail de boeufs citées par Goe et Mc.Dowell (Goe, 1983).

Tableau 4

Estimations de l'effort de traction pour des boeufs dotés de traits travaillant à des vitesses moyennes et basses

Caractéristiques du boeuf	Poids adulte (kg)	Vitesse basse			Vitesse moyenne		
		Vitesse (km/h)	Effort de traction (kgf) 1/	Force (kW) 2/	Vitesse (km/h)	Effort de traction (kgf) 1/	Force (kW) 2/
Léger	210	2,5	30	0,25	4,0	21	0,23
Moyen	450	2,5	61	0,44	4,0	45	0,50
Lourd	900	2,5	129	0,89	4,0	90	0,99

1/ 1 kgf = 9,807 Newton

1 Newton = $N = kg \times \frac{m}{s^2}$

1 Joule = $J = kg \times \frac{m}{s^2}$

1 Kilowatt/s = kW/s 1 000 Joules

2/ P = puissance = force x vitesse

3.6 Alimentation et énergie

3.6.1 Principes alimentaires

Il existe peu d'études relatives à l'alimentation des animaux de trait et elles sont fragmentaires; on sait donc peu de chose sur leur nutrition et leur physiologie, particulièrement dans les pays en voie de développement (Smith, 1981).

La quantité d'aliments consommée par un boeuf est fonction de son poids et de l'intensité du travail physique auquel il est soumis. Les animaux de débardage, du fait de leur forte corpulence, ont des appareils digestifs capables de consommer et de transformer de grandes quantités d'aliments; toutefois, lorsque les travaux sont intenses, une alimentation excessive gêne les mouvements et les efforts, car elle allonge la rumination et entraîne des pertes de rendement du travail.

Les aliments et les rations varient selon les pays, régions, provinces et coutumes, mais d'une façon générale ils comportent beaucoup de foin et de paille, de son et assez bien d'eau. Dans le cas des boeufs de débardage, comme le travail est dur, on les nourrit d'habitude trois fois par jour: le matin, au moins une heure et demie avant de commencer le travail, à midi, où ils bénéficient d'un repos de la même durée, et l'après-midi, à la fin des travaux; en fin de semaine, lorsque les animaux reposent, ils sont alimentés de la même façon. Toutefois, lorsque les périodes de repos sont longues, on peut diminuer les rations de moitié et laisser les bêtes paître librement.

Selon Goe (1983), les boeufs adultes de trait ont surtout besoin de rations alimentaires "d'entretien ou encore d'apports qui sont fonction de leur travail", alors que les animaux jeunes nécessitent une supplémentation.

Il faut aux boeufs actifs une ration quotidienne contenant 2,5 à 3 kg de matière sèche par 100 kg de poids sur pied. La ration peut être composée de foin de bonne qualité, de fourrage ensilé et d'un supplément d'avoine ou de son; en ce qui concerne l'eau, elle n'est pas rationnée. Dans la pratique, les bouviers constatent l'efficacité des aliments et de la ration lors du travail de l'animal et observent les pertes, gains ou la stabilité pondérale des animaux, qui sont les signes extérieurs liés aux quantités administrées.

A l'état adulte, les bovins consomment 45 litres d'eau par jour et une quantité de matière sèche variant entre 2,5 et 3 pour cent de leur poids (Ensminger, 1970), voire davantage dans le cas de boeufs affectés au débardage. L'eau est indispensable pour digérer et assimiler les aliments, éliminer les déchets et régler la température corporelle.

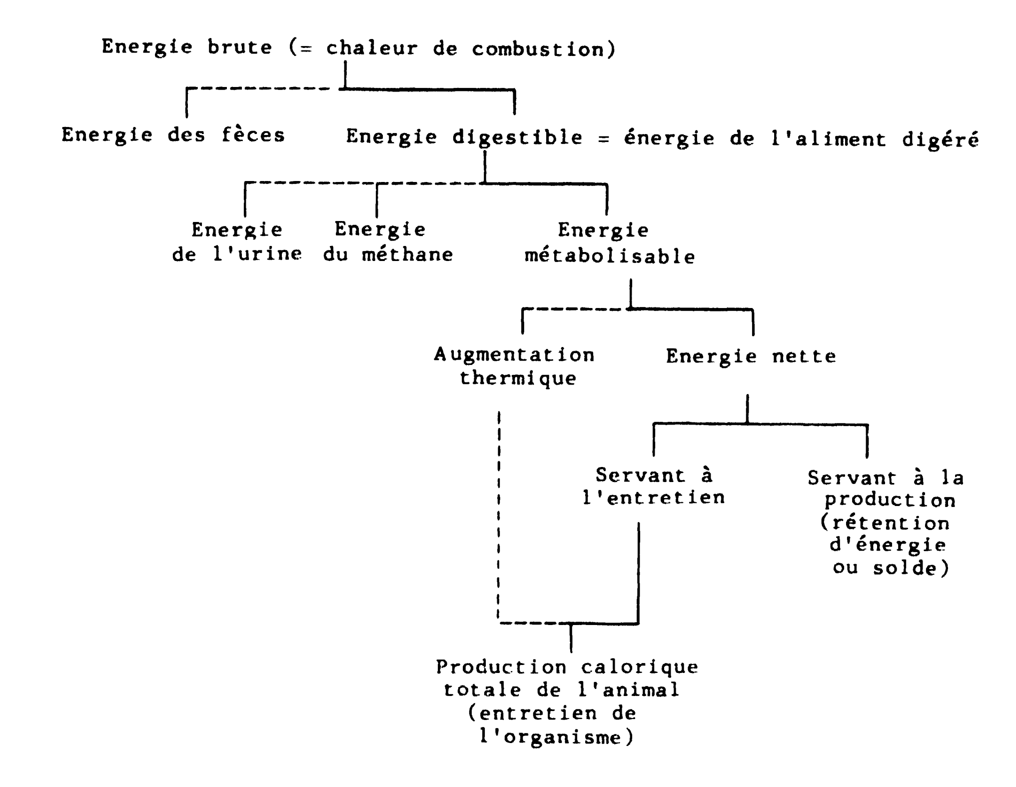
Traditionnellement, la ration de base des boeufs a été formée par l'herbe consommée directement ou sous forme de foin ou de fourrage ensilé - pendant longtemps elle a constitué l'aliment le plus efficace et le moins cher.

3.6.2 Demande énergétique

Même si l'animal est au repos ou ne fait aucun effort physique, il lui faut des aliments pour reconstituer l'énergie consacrée à son entretien organique: fonctionnement des organes, température du corps, perte de protéines et de vitamines dans les déchets produits par l'usure tissulaire et élimination d'eau sous forme liquide et gazeuse.

Après absorption d'un aliment, l'animal perd de l'énergie chimique qui sort de son organisme dans les fèces, l'urine, les gaz, ainsi que sous forme de chaleur du fait de la radiation directe, de la conduction, de la convection et de l'évaporation au travers des poumons et de la peau (McDonald, 1979). Le solde énergétique dû à l'aliment est métabolisable et se traduit par deux types d'énergie: thermique et nette.

L'énergie thermique résulte du processus de digestion des aliments. L'énergie nette de l'aliment est celle que l'animal utilise pour l'entretien de son organisme et ce qui reste se transforme en réserve et servira lors des efforts physiques ou permettra son engraissement. Le diagramme ci-après tiré d'un ouvrage de McDonald (1979) montre la distribution de l'énergie animale.



On en déduit que lorsque les boeufs ne travaillent pas ils ont besoin au minimum d'une ration d'entretien qui n'entraîne chez l'animal ni perte ni gain d'éléments nutritifs; en cas de privation ou d'insuffisance alimentaire, l'énergie nécessaire à l'entretien est tirée des réserves accumulées dans la graisse par un processus appelé catabolisme, qui entraîne une perte pondérale (McDonald, 1979). Par conséquent, lorsque les boeufs travaillent, il leur faut une alimentation supplémentaire en sus de la ration d'entretien; la supplémentation peut se calculer notamment en analysant les heures de travail fournies chaque jour, le type de travail réalisé et la force produite exprimée sous forme d'énergie.

Au Tableau 5, extrait d'un ouvrage de Goe et McDowel (cité par Goe, 1983), on voit le total des nutrients digestibles (TND) pour des boeufs de poids différent travaillant 4, 6 et 8 heures par jour et fournissant un effort de 10, 12 et 14 pour cent par rapport à leur poids corporel. Compte tenu du pourcentage qui précède, le travail a été classé en trois catégories: "léger", "intermédiaire" et "lourd", respectivement.

3.7 Hygiène et maladies

La santé des boeufs veut qu'ils vivent en harmonie avec leur environnement. L'hygiène ne coûte rien et permet d'éviter les maladies; il vaut donc mieux prévenir que guérir.

L'existence d'étables ou d'enclos, généralement temporaires, destinés aux animaux de débardage suppose un nettoyage, si possible quotidien, qui consiste à éliminer les déjections pour que les boeufs aient une litière sèche. Une fois par semaine, lors des jours de repos, il est souhaitable de panser les boeufs à l'aide d'une brosse et d'eau pour prévenir l'engraissement de la peau et éviter ainsi la présence de parasites externes et de maladies cutanées.

Les bouviers doivent observer sans cesse les animaux afin de dépister toute anomalie dans leur comportement qui pourrait constituer le premier symptôme d'une maladie. Celle-ci se manifeste généralement dans les mouvements de l'animal, la température, le pouls, la respiration, l'appétit, la rumination, la défécation, la miction ou le rendement du travail. Au repos, un boeuf respire 10 à 30 fois par minute, ses pulsations sont au nombre de 40 à 60 par minute, sa température normale oscille entre 38,2 et 39,5°C; ces facteurs augmentent lors du travail, d'une excitation, de froids ou de chaleurs extrêmes (Wooldrigde, 1962).

Tableau 5

Estimations des besoins en TND de boeufs de tailles diverses à différents taux d'intensité pendant 4, 6 et 8 heures

Poids (kg)	Effort de traction (kgf)	Effort de traction (%) 1/	Vitesse (km/h)	Energie (kW)	Besoins en TND 2/ (kg)		
					4 h	6 h	8 h
250	25	10	4,0	0,28	3,3	3,8	4,3
250	30	12	3,5	0,29	3,5	4,0	4,6
250	35	14	3,2	0,31	3,6	4,3	4,9
300	30	10	4,0	0,33	3,7	4,3	4,9
300	36	12	3,5	0,35	3,9	4,6	5,2
300	42	14	3,2	0,37	4,1	4,8	5,5
350	35	10	4,0	0,39	4,2	4,8	5,4
350	42	12	3,5	0,40	4 4	5,1	5,8
350	49	14	3,2	0,43	4,5	5,4	6,2
400	40	10	4,0	0,44	4,7	5,4	6,2
400	48	12	3,5	0,46	4,9	5,8	6,6
400	56	14	3,2	0,49	5,2	6,1	7,0
450	45	10	4,0	0,50	5,2	5,9	6,7
450	54	12	3,5	0,52	5,4	6,3	7,2
450	63	14	3,2	0,56	5,6	6,7	7,7
500	50	10	4,0	0,55	5,4	6,3	7,1
500	60	12	3,5	0,58	5,7	6,7	7,6
500	70	14	3,2	0,62	5,9	7,0	8,1
550	55	10	4,0	0,60	5,7	6,6	7,5
550	66	12	3,5	0,64	6,0	7,0	8,0
550	77	14	3,2	0,68	6,3	7,4	8,5
600	60	10	4,0	0,66	6,1	7,0	7,9
600	72	12	3,5	0,69	6,4	7,5	8,5
600	84	14	3,2	0,74	6,7	7,9	9,1

SOURCE: Goe et McDowel (cité par Goe, 1983)

1/ Pourcentage du poids corporel employé pour l'effort de traction.

2/ Y compris les besoins d'entretien journaliers. TND = protéines digestibles + extrait libre d'azote + fibres digestibles + 2,25 (extrait à l'éther digestible), Morrison, 1947. 1 kg de TND = 4,409 Mcal d'énergie digestible et 3,615 Mcal d'énergie métabolisable (EM) (Crampton et Harris, 1969).

Les maux les plus communs chez les bovins sont les maladies du métabolisme, de la bouche, des poumons, de l'estomac, de la peau, des yeux et les infections des sabots (Book, 1977). Pour des raisons pratiques, la présente étude apporte des précisions relatives aux trois derniers types de maladies, car ce sont celles que le bouvier peut distinguer le plus facilement et elles sont liées le plus étroitement au débardage - celles qui précèdent et d'autres qui demandent une aide vétérinaire immédiate ne sont pas décrites.

3.7.1 Maladies de la peau

a) Tiques. On constate leur présence sur la peau des boeufs lorsqu'ils se trouvent en prairie ou en forêt.

Les tiques se gorgent du sang des bêtes, leur injectent une toxine des glandes salivaires et transmettent dans leur sang des parasites qui, du fait de leur multiplication intense, détruisent les globules rouges. L'infestation de tiques peut provoquer des réactions inflammatoires de la peau, de la température, des contractions spasmodiques, une paralysie, un épuisement de l'animal, une perte de poids, la perte du sang bu par les tiques, et les piqûres endommagent la peau des animaux.

Drummond (1976) recommande de combattre les tiques en appliquant sur l'animal hôte et dans les étables des acaricides à base d'arsenic (AS_2O_3) et des hydrocarbures chlorés, particulièrement l'hexachlorure de benzène (BHC) qui sont des substances bon marché et efficaces. L'application doit se faire avec soin en suivant les indications données par un vétérinaire, car les acaricides peuvent être toxiques tant pour le bétail que pour l'homme.

b) Pédiculose. Il s'agit de la présence de poux; on la constate principalement chez les animaux mal alimentés ou stabulés dans des conditions antihygiéniques.

Les poux sont des animaux suceurs qui se gorgent de sang, deux à trois fois par jour; ils piquent la peau et provoquent des perforations douloureuses. Lorsqu'ils sont nombreux, leur présence est urticante et entraîne la formation de croûtes; le mouvement et les piqûres causent des prurits qui amènent les animaux à frotter ou à ronger les endroits qui démangent. Pour combattre les poux, on emploie des insecticides de contact, dont on répète l'application tous les 8 ou 10 jours.

c) Teigne. Cette maladie est due à des champignons (particulièrement au Trichophytun verrocosun) présent dans les bois humides, les pâturages, la paille mouillée et le fumier; ils sont fort résistants dans ces milieux, toutefois ils sont très sensibles à la lumière du soleil. Les champignons adhèrent à la base des poils, les rendent cassants et finissent par les faire tomber, ce qui a une action urticante et amène les animaux à se frotter contre les objets qui les entourent, d'où la présence sur leur peau de zones dénudées de forme circulaire.

La teigne est contagieuse et transmissible à l'homme; on la reconnaît à l'apparition de zones dénudées et circulaires qui se couvrent d'une grosse squame calleuse; cette maladie se soigne à l'aide d'antimycotiques comme la chloromine, la teinture d'iode, le formaldéhyde, la pommade à la créosote ou l'acide salicylique, etc.

Lorsqu'en dépit d'une bonne alimentation des lésions isolées continuent d'apparaître chaque année, il est fort probable que les étables sont infectées; il faut alors les nettoyer à fond avec de l'eau chaude et des désinfectants.

d) Verrues. Elles sont dues à une infection virale et, selon Book (1977), les manifestations les plus graves se trouvent chez les animaux dont l'état sanitaire est déficient. En cas de présence de verrues sur l'ensemble du corps, il est conseillé de ne pas les traiter globalement, de panser et d'alimenter correctement le bovin, et d'éliminer chaque jour une petite verrue avec les mains après les avoir correctement désinfectées pour appliquer immédiatement après une solution de sulfanilamide.

Pour combattre les verrues, on peut appliquer n'importe quel antiseptique non irritant; mais il ne faut pas utiliser la méthode primitive qui consiste à lier la base de la verrue, car les restes de coton, de fil ou d'élastique produisent des ulcérations qui facilitent l'éclosion de germes pouvant occasionner le tétanos ou d'autres altérations.

3.7.2 Problèmes posés par les sabots

a) Abcès du sabot. Ce sont les affections de la partie inférieure de l'extrémité produite par un clou se trouvant par terre ou par une blessure de la plante due à un objet pointu; la claudication de l'animal permet de le découvrir.

Il faut une recherche minutieuse pour localiser la plaie, c'est pourquoi il est souhaitable d'appeler un vétérinaire qui pratique une petite incision pour extraire le corps étranger.

b) Pourriture des sabots. Elle est causée par un germe (appelé Fusiformis necrophorus) qui peut vivre pendant des années dans les fissures ou les crevasses des onglons et se reproduit dans certaines conditions et surtout dans une lésion, une plaie ou une crevasse de la peau située entre les ongles autour de la base du talon. L'éruption est favorisée lorsque l'animal trempe de façon répétée ses pattes dans la boue, l'eau sale, le fumier ou l'urine.

La multiplication et l'attaque des germes causent une enflure douloureuse puis la nécrose de la partie affectée, qui dégage une odeur putride. Si l'affection n'est pas traitée en temps voulu, il se produit des complications septiques secondaires qui, à leur tour, peuvent toucher une articulation.

Cette maladie s'évite en lavant les pattes des animaux une fois par semaine avec du sulfate de cuivre dilué à 3 pour cent ou une solution de formaline diluée à 10 pour cent. Il est désirable que tous les animaux foulent une couche épaisse ou un tas de chaux ordinaire, car cette dernière maintient la peau au-dessus du talon dure et sèche (Book, 1977).

c) Présence de pierres dans les onglons. Lorsque les boeufs doivent passer sur des chemins de pierrailles, un éclat peut s'introduire dans la plante de l'onglon et atteindre les tissus sensibles subjacents, ce qui entraîne une claudication.

En frappant la partie affectée avec un marteau ou le manche d'un couteau, l'animal ruera violemment ou aura une réaction de douleur; il faut ensuite examiner la partie sensible jusqu'à ce que l'on trouve le corps étranger; après son extraction, la cavité sera remplie d'antibiotiques et l'on maintiendra le pied couvert pendant quatre à cinq jours.

3.7.3 Troubles oculaires

a) Présence de corps étrangers dans l'oeil. Pour éliminer de l'oeil des éclats d'écorce, de bois ou des barbes d'épis, on utilisera un tube de pommade ophtalmique et, après en avoir fait apparaître une petite quantité à l'orifice du goulot, en l'approchant lentement de l'oeil, on l'appliquera contre le corps étranger. Celui-ci restera collé à la pommade au moment où, instinctivement, l'animal rejettera la tête en arrière. On pourra alors mettre un peu de pommade dans l'oeil pour prévenir toute infection éventuelle. Si plusieurs essais se révèlent infructueux, il faut appeler un vétérinaire.

b) Kératite infectieuse (rougeur de l'oeil). Elle se manifeste par un flux de matières séreuses ou un oeil clos. Cette infection peut frapper les deux yeux et, comme elle se développe rapidement, il est souhaitable d'appeler un vétérinaire pour la soigner dès ses premières phases.

Elle est due à un germe (appelé Moraxella bovis) qui agit lorsqu'il existe une lésion superficielle de l'oeil du fait de la présence de matières étrangères, de poussières ou d'une irritation causée par les mouches.

4. EQUIPEMENT DE DEBARDAGE ET CONDITIONNEMENT

Les instruments servant aux boeufs pour effectuer le débardage doivent être conçus de façon telle à leur permettre de travailler de façon commode et efficace. Hopfen (1970) recommande de tenir compte de certains éléments en matière d'emploi et de conception des instruments, à savoir:

a) permettre un travail efficace et rapide avec un minimum de fatigue;
b) ne gêner ni l'homme ni l'animal;
c) être de construction facile afin de pouvoir le fabriquer localement;
d) être assez léger de façon à pouvoir le transporter facilement;
e) être d'une utilisation immédiate sans demander des préparatifs et causer ainsi une perte de temps;
f) être construit dans des matières faciles à couper.

4.1 Description des équipements

Les équipements décrits ci-après sont uniquement ceux observés lors de l'élaboration de la présente étude.

4.1.1 Joug double de tête

On estime qu'il s'agit du type de harnais le plus ancien (Hopfen, 1970); il est formé par un morceau de bois que l'on fixe aux cornes à l'aide de courroies ou de cordes (voir Figure 16).

Le joug doit être fait d'un bois léger mais résistant, de façon à pouvoir supporter des poids d'environ 500 kg lorsque la charge est suspendue; sa longueur varie entre 1,8 et 2,6 m et son poids entre 12 et 15 kg.

Lorsqu'on fabrique un joug, il est souhaitable de mouler les parties inférieures qui seront en contact avec la nuque des boeufs et de leur donner une forme arquée afin que le joug s'adapte correctement et sans frottement. Au Chili, on a pour habitude de prolonger les parties du joug qui sont au contact de la nuque de l'animal par une pièce appelée "cogotera" (couvre-nuque), dont l'objet est non seulement d'accroître la surface sur laquelle repose le poids de la charge mais également d'éviter d'abîmer ou de blesser l'animal.

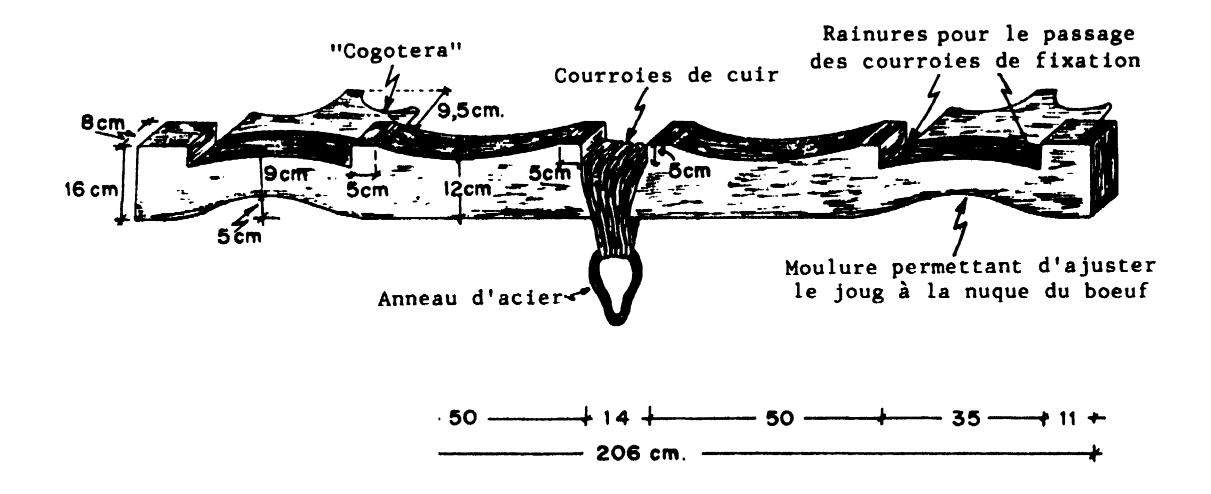


Figure 16. Joug double de tête servant aux boeufs de débardage

Au milieu du joug se trouve un anneau ou "machina" en acier, fixé à l'aide de courroies de cuir, dans lequel passe la chaîne servant à suspendre ou à tirer la charge. Les anneaux variant quant à leurs dimensions et à leur taille, nous ne mentionnerons que les caractéristiques les plus importantes, à savoir: longueur et largeur variables; épaisseur d'environ 1 cm; partie supérieure large; partie inférieure plus étroite dont le jour est légèrement inférieur à la largeur du maillon de la chaîne, ce qui permet, lors du chargement ou du déchargement, en donnant simplement un tour, de garder la chaîne au même endroit ou de la dérouler, ou, selon les circonstances, d'allonger ou de réduire le trait à un moment donné.



Figure 17. Disposition du joug double de tête sur la nuque de boeufs (CEFOR, Universidad Austral de Valdivia, Chili)

Les avantages du joug double de tête mentionnés par la FAO (1983) sont:

a) Une meilleure utilisation du poids de l'animal comme source de puissance. Le joug est fixé fermement aux cornes de l'animal et laisse les épaules libres de se mouvoir. Le trait est plus équilibré, sans perte de puissance pendant les mouvements.

b) Le joug étant fermement arrimé à la paire de boeufs, ils travaillent mieux en équipe, coordonnent ensemble leurs mouvements et profitent au maximum de leur force de trait conjuguée.

c) Pendant le débardage, les animaux se prêtent mieux à contrôler le mouvement des grumes en levant ou abaissant la tête, ce qui a pour effet d'augmenter ou de réduire la traction nécessaire au déplacement des grumes.

d) Les boeufs peuvent être dressés à extraire des charges d'endroits difficiles; la charge doit être arrimée, ensuite il faut la haler complètement, puis faire marche arrière jusqu'à ce qu'il n'y ait plus d'obstacle et que le débardage puisse se faire normalement.

4.1.2 Courroies

Elles sont en cuir et servent à arrimer le joug aux cornes du boeuf. Il en faut deux, d'une longueur approximative de 2 m et d'une largeur de 1,5 à 2 cm.

4.1.3 Chaînes

Elles servent à retenir la charge, leur longueur moyenne est de 5 m et leur épaisseur de 6/16 de pouce; elles passent au travers de l'anneau fixé sur le joug et comportent à leur extrémité, selon le type de charge à transporter, des crochets ou des pinces.

a) Chaînes munies de crochets. Elles sont utilisées lorsqu'il est possible de les passer sous la charge; c'est généralement le cas pour des grumes assez légères ou lorsque l'arrimage peut se faire sans problème (voir figure 18).

Leur utilisation est simple, la chaîne est passée sous la charge et en fait le tour, après quoi le crochet est fixé à la chaîne et ajusté de manière à ce que les grumes puissent être transportées sans difficulté.

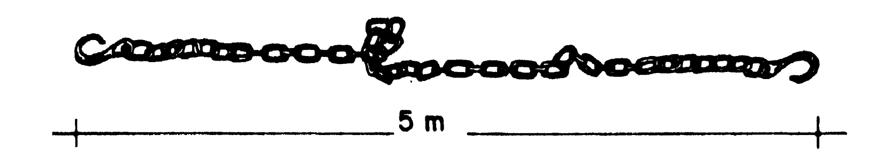


Figure 18. Chaîne munie de crochets servant au débardage avec des boeufs

b) Chaînes munies de pinces. Au Chili, les bouviers les appellent "gata" et s'en servent surtout dans les forêts primaires pour mouvoir les grumes de diamètre important et lourdes qu'il est difficile de transporter ou sous lesquelles on ne peut glisser une chaîne pour les arrimer. On obvie à cette difficulté en plaçant deux pinces à une des extrémités de deux chaînes courtes, unies par un anneau; les pinces sont fichées dans la partie extérieure de la grume sans entraîner de perte de temps lors du chargement ou du déchargement (voir figure 19).

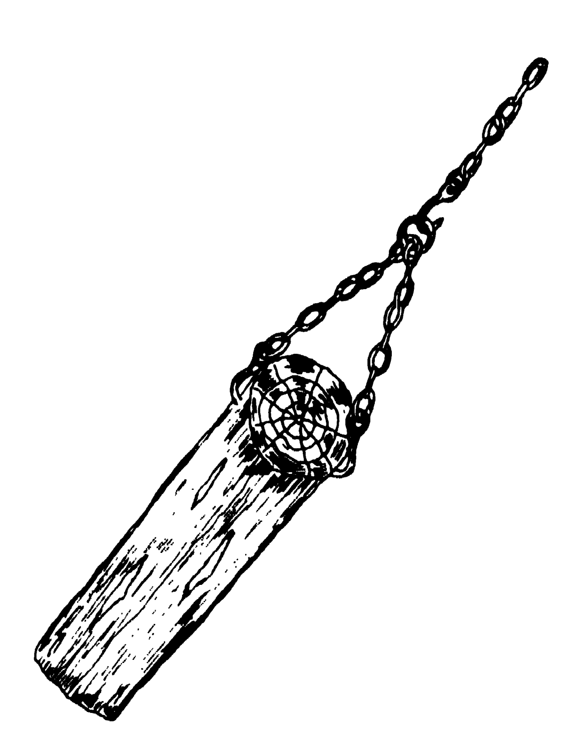


Figure 19. Chaîne munie de pinces pour le transport de grumes de grand diamètre

Lorsque l'angle des pinces est bon et qu'elles sont bien pointues, il n'est pas nécessaire de les marteler pour les ficher dans la grume; il suffit de les placer à la main et, lorsque les boeufs tirent la grume, elles ne se détachent pas. Au Chili, ce système est utilisé surtout dans les forêts primaires où le diamètre et le poids des grumes est important.

Dans chacun des cas qui précèdent, on emploie généralement une seule extrémité de la chaîne pour arrimer la charge, l'autre restant enroulée autour du joug. Ce système permet de gagner du temps et d'augmenter le rendement, puisque le bouvier ne manipule jamais qu'une partie de la chaîne.

4.1.4 Aiguillon

C'est une mince verge de bois, d'environ 3 m de longueur, dont le bouvier s'aide pour conduire et guider les boeufs (voir figure 20). Certains bouviers fixent une pointe à son extrémité pour aiguillonner les animaux; toutefois, comme on l'a déjà dit, les boeufs bien dressés et les bouviers aguerris n'en ont pas besoin.

3 m

Figure 20. Aiguillon ou gaule pour guider et conduire les boeufs

4.2 Attelage des boeufs

Cette opération est simple et se limite pratiquement à lier ou ajuster correctement le joug aux cornes et à la nuque pour éviter de maltraiter les animaux ou de provoquer un accident dû au glissement du joug lors du transport de la charge.



Figure 21. Paire de boeufs attelés pour le débardage (CEFOR, Universidad Austral de Valdivia, Chili)

Lorsque l'on attelle les animaux pour le débardage, il est très important de veiller, dans la mesure du possible, à ce que les animaux soient de la même taille et d'une grosseur analogue pour profiter au mieux de leur énergie et travailler de façon équilibrée.

5. TECHNIQUE DU DEBARDAGE

Les opérations de débardage avec des boeufs (telles que le chargement, le voyage avec charge, le voyage sans charge et le déchargement), leur rendemement et leurs coûts varient en fonction de la méthode d'exploitation retenue.

5.1 La coupe et son influence

Tant dans les forêts de peuplement que dans les forêts primaires l'abattage des arbres doit être dirigé de façon que les activités successives demandent un minimum de travail et que le déplacement et le tirage de la charge par les boeufs se trouvent facilités.

Lorsque la coupe est sélective, ce qui est notamment le cas des éclaircies, l'abattage doit se faire dans une direction donnée afin que les boeufs puissent arriver à la charge sans difficulté.

Dans les zones où l'on pratique la coupe rase, il est fort important de diriger la chute des arbres pour que pratiquement tous les fûts et les grumes soient orientés de la même façon, ce qui favorise le débardage à plus d'un égard:

a) La zone de débardage peut être divisée en bandes de 10 m de large, ce qui permet sur chacune d'entre elles de travailler avec une paire de boeufs et d'éviter ainsi de croiser ou de rencontrer une autre paire d'animaux sur le même chemin. Par ailleurs, lors de l'ébranchage, il est possible d'entasser les branches au bord de la bande de terrain sans que le ou les agents doivent beaucoup se déplacer et, en outre, les pistes de débardage sont libres de branches, ce qui facilite le passage sans encombre.

b) Les opérations de chargement sont réalisées de façon systématique, c'est-à-dire que l'on transporte d'abord les grumes les plus proches du site d'empilage, pour passer progressivement aux plus éloignées.

c) Tout ce qui précède facilite le libre passage des boeufs, qui ne trouvent pas d'obstacle sur leur route ou n'ont pas à zigzaguer puisque les pistes sont dégagées au fur et à mesure.

d) Cela réduit les risques d'accident.



Figure 22. Abattage dirigé, division de la zone en bandes de terrain (Nacimiento, Chili)

5.2 Conditionnement de la charge

Même lorsque la coupe est dirigée, il est très rare, quand il faut transporter plus d'une grume volumineuse et lourde, que les pièces se trouvent exactement au même endroit; il faut donc les grouper à l'aide des boeufs et les arrimer manuellement, de sorte que la chaîne utilisée pour entourer la charge se trouve environ à 30 cm de l'extrémité des grumes, ce qui évite qu'elles glissent lorsqu'elles sont traînées et tirées par les boeufs.

Pour le transport de grumes légères, on les réunit d'abord manuellement après avoir posé sur le sol une pièce de bois ayant approximativement 15 cm de diamètre et 1,50 m de longueur, sur laquelle on les empilera perpendiculairement de façon que d'un côté leur extrémité se trouve à 30 cm du sol, ce qui facilite l'arrimage et ensuite le transport (voir figure 23).

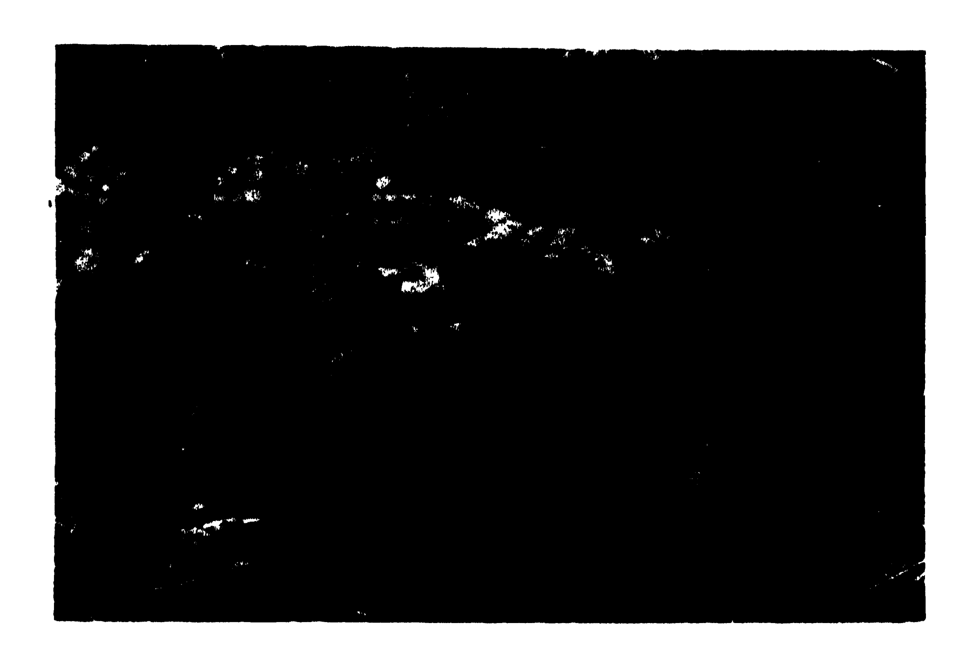


Figure 23. Empilage de grumes légères
(Nacimiento, Chili)

Indépendamment du type de charge transportée, il importe de ne pas commettre une des erreurs suivantes: traîner une charge très faible ou excessive, et préparer la charge dans un endroit qui ne s'y prête pas (Soto, 1970).

5.3 Pistes

Les pistes doivent être bien délimitées avant d'entreprendre la coupe; elles doivent aboutir aux sites d'empilage le plus directement possible, avec un minimum de tournants. Certaines recherches préconisent 50 m de longueur maximum en terrain plat, 15 m en montée et 200 m en descente (FAO, 1983).

Lorsqu'il faut passer plusieurs fois par la même piste, il faut qu'elle soit libre d'obstacles, comme des branches ou des grumes; de même, il est recommandé de couper au ras du sol toutes les souches et d'éviter le plus possible de tracer des pistes qui présentent sur leur parcours des passages brusques d'une montée à une descente, ou vice versa.

6. ETUDE DU DEBARDAGE AVEC DES BOEUFS

L'étude du traînage de grumes à l'aide de boeufs a été réalisée dans des forêts de pins de Monterey sises dans la grande zone forestière du Chili. On trouvera également certains éléments relatifs au débardage dans des forêts primaires.

Les activités ont été étudiées sur le vif, les données correspondent donc aux méthodes utilisées dans les exploitations forestières. A aucun moment il n'a été conseillé aux bouviers de changer leur système de débardage, ceci afin d'analyser l'opération telle qu'on l'effectue traditionnellement. Les paramètres décrits et recueillis dans cette étude proviennent d'un même chantier et correspondent à différentes paires de boeufs d'un poids unitaire d'environ 600 kg; l'échantillonnage s'est fait au hasard pendant plusieurs journées de travail pour éviter toute variation de rendement imputable à une seule paire d'animaux du fait de l'expérience, de l'âge, du poids, de la capacité de charge ou de l'habilité des bouviers.

Le débardage porte uniquement sur le transport de petites charges traînées sur la terre à l'aide de chaînes, il y a donc dans ce cas-ci contact total entre la surface inférieure de la charge et le sol.

Pour chaque cycle de travail on a déterminé le volume de la charge, mesuré la distance et calculé la déclivité tous les 5 m, afin d'obtenir une déclivité moyenne par cycle et de les regrouper en dernier lieu par catégorie.

Les durées et les rendements sont calculés en fonction de l'heure effective de travail et comprennent seulement les temps supplémentaires imputables aux retards inhérents au débardage; les temps imprévus et les pauses consacrées à l'alimentation pendant la journée de travail n'ont pas été retenus.

Il convient de mentionner que les équations relatives au temps par cycle de travail ont été obtenues par la méthode des moindres carrés et qu'elles ont servi à déterminer les équations ayant trait au temps de travail par mètre cube ainsi que les rendements.

6.1 Débardage dans des plantations de pins de Monterey

Généralement, eu égard aux besoins et à la destination des bois, on débarde d'habitude dans les forêts de pins de Monterey des grumes de sciage ou de trituration. Dans le premier cas, le traînage peut comprendre une à quatre grumes, voire plus, que le bouvier réunit avec la paire de boeufs jusqu'à obtenir la charge désirée; dans le second cas, on empile de six à seize pièces ou plus pour former des chargements d'un volume presque uniforme.

Dans les conditions précitées pour un même chantier, le débardage est mixte en ce sens qu'il porte sur deux types de grumes (celles destinées à être sciées ou triturées), qui peuvent être transportées de manière concomitante, en prenant l'habitude de commencer par les grumes de sciage pour passer ensuite à celles de trituration.

Il convient de mentionner que les pistes de débardage pour chacun des cas étudiés n'ont pas été préparées et que les données ont été recueillies en saison sèche sur deux types de terrain: pentes et plaines.

6.1.1 Débardage sur terrain en pente

L'étude s'est déroulée dans une exploitation forestière 1/ où 20 pour cent du débardage brut est effectué avec un tracteur à roues et où les 80 pour cent restants des activités de l'exploitation se font à l'aide de boeufs de trait; ces pourcentages équivalent approximativement à 6 000 et 22 000 m^3 de bois brut par mois. Le volume total exploité est très élevé; en effet, ces systèmes de débardage permettent d'approvisionner partiellement une scierie d'une capacité annuelle de production (en 1981) de 97 700 m^3 de sciages (soit 232 000 m^3 de grumes), une usine de papeterie d'une capacité annuelle de 68 700 tonnes de papier journal (ou 235 000 m^3 de grumes), une centrale thermique consommant 12 000 m^3 de bois brut par mois et d'autres exploitations forestières auxquelles on vend certains excédents de bois brut. Le nombre de paires de boeufs utilisées chaque mois varie entre 100 et 150.

La zone étudiée se trouve au "Fundo Pichun" dans la Cordillère de la côte, à une altitude moyenne de 300 m, et elle appartient à la huitième région, province de Bío-Bío, voisine de la ville de Nacimiento. La topographie du terrain est en général très tourmentée et dans certains endroits la déclivité dépasse 30 pour cent.

Les sols appartiennent à la série San Esteban, d'origine intrusive, et proviennent de roches granitiques. Les 30 premiers centimètres du profil (qui généralement influent sur le débardage) se caractérisent par une texture sablo-argileuse, une structure prismatique et de gros blocs anguleux qui se désintègrent en blocs moyens et fins peu résistants; ce sol est fort plastique et très adhérent et friable (Chili/OEA/BID., 1964).

Les opérations ont eu lieu dans une forêt de pins de Monterey (Pinus radiata D. Don), non aménagée, aux caractéristiques suivantes: âge de la forêt 22 ans; hauteur moyenne 30 m; densité 380 arbres/ha; aire de base 46 m^3/ha; volume moyen 448 m^3/ha et diamètre moyen 26 cm.

Les grumes de sciage transportées mesuraient 4 m et leur diamètre minimum était de 18 cm; dans le cas des grumes de trituration, leur longueur était de 2,44 m et leur diamètre scié variait entre un minimum de 10 cm et un maximum de 18 à 20 cm.

L'abattage s'est fait en coupe rase avec chute dirigée, et la zone de débardage pour chaque paire de boeufs a été divisée en bandes d'une largeur approximative de 10 m et d'une longueur variable.

L'étude du débardage de grumes de sciage et de trituration réalisé à l'aide de boeufs a porté sur 10 journées de travail, au cours desquelles on a étudié 7 paires de boeufs d'un âge moyen de 7 ans et d'une expérience minimum de travail en forêt de 1 an; chaque boeuf pesait entre 500 et 700 kg.

Le traînage des grumes de trituration a été effectué sur des terrains dont la déclivité oscillait entre 0 et plus de -30 pour cent (descente avec charge); il y a eu en tout 79 cycles de travail, répartis comme suit : 0 à -10 pour cent, 13 cycles; -10,1 à -20 pour cent, 45 cycles; plus de -30 pour cent, 21 cycles de travail.

Dans le cas du débardage de grumes de sciage, on a analysé 112 cycles effectués dans les deux sens de la pente et répartis comme suit: i) descente avec charge sur pente de -15 à -20 pour cent, 36 cycles; de -20,1 à -25 pour cent, 38 cycles; de -25,1 à -30 pour cent, 11 cycles; ii) montée avec charge sur pentes de +10 à +20 pour cent, 26 cycles.

1/ Complexe industriel "INFORSA" (Industrias Forestales S.A.)

Présentation des résultats, analyse et examen

a. Vitesse et charge

Le tableau 6 présente les valeurs moyennes de la vitesse et de la charge lors du traînage de grumes sur des pentes.

Tableau 6

Vitesse et charge moyenne exprimées en unités et en volume et réparties par degré de déclivité - débardage de grumes de sciage et de trituration avec des boeufs

Type de grumes	Degré de déclivité (%)	Vitesse (cm/s)			Charge moyenne	
		Voyage sans charge	Voyage avec charge	Moyenne	Unités	Volume (m^3)
Sciage	-25,1 à -30	50,72	49,48	50,10	3,00	0,794
Sciage	-20,1 à -25	50,08	48,19	49,14	2,92	0,679
Sciage	-15 à -20	48,11	42,32	45,22	3,36	0,718
Sciage	+10 à +20	64,58	45,88	55,23	2,00	0,386
Trituration	> -30	47,42	40,63	44,02	16,27	0,509
Trituration	-10,1 à -20	65,73	37,10	51,41	15,74	0,509
Trituration	0 à -10	72,35	42,34	57,34	13,23	0,509

La vitesse moyenne des boeufs en descente avec une charge de grumes de sciage est de 47 cm/s et de 40 cm/s dans le cas de grumes de trituration. En montée, sans charge, la vitesse moyenne dans les deux cas est de 56 cm/s.

La vitesse avec charge est donc supérieure dans le cas des grumes de sciage. Cela est dû au fait que le bouvier, lors du débardage de grumes de trituration, s'efforce de ne pas déranger les pièces pour éviter de devoir les empiler à nouveau et perdre du temps.

En montée, sur une pente de +10 à +20 pour cent, la vitesse avec charge est de 46 cm/s; en moyenne le volume transporté peut sembler faible - 0,39 m^3 - comparé aux autres cas étudiés; il est cependant très acceptable car, selon toute vraisemblance, son augmentation aurait causé une perte de vitesse.

Quant aux grumes de trituration, la charge moyenne est généralement constante, bien que le nombre d'unités transportées varie en fonction du volume des pièces. Ceci est dû au fait que ce n'est pas le bouvier qui empile et réunit les grumes mais bien un ouvrier; ce dernier prépare des charges de 0,50 à 0,70 m^3, c'est pourquoi l'étude retient une charge moyenne pour les trois cas analysés.

En ce qui concerne les grumes de sciage, le bouvier choisit les pièces et le volume approximatif du chargement. En descente, si la déclivité augmente, il peut augmenter la charge puisque, du fait de la gravité, l'effort fourni par les boeufs s'amenuise à mesure que croît l'inclinaison.

Dans une descente, les bouviers ne diminuent pratiquement jamais le volume de la charge lorsque le degré de déclivité augmente; par contre, l'expérience leur a montré qu'en montée la charge doit être considérablement allégée. L'étude fait ressortir qu'en montée la charge transportée varie entre 0,30 et 0,40 m^3.

Les recherches sur le terrain ont donné les résultats suivants pour des grumes de sciage de pin de Monterey: volume maximum de 1,71 m^3 pour une déclivité de -17,5 pour cent, et de 1,51 m^3 pour une déclivité moyenne de -30 pour cent, soit respectivement 1 809 et 1 598 kg 1/; poids approximatif de chaque boeuf couplé, 600 kg; toutefois, ce qui précède ne signifie pas qu'il s'agit là de charges maximales ou optimales pour ce type de débardage.

b. Temps de travail

Les tableaux 7 et 8 présentent les équations relatives au temps par cycle de travail et par mètre cube obtenues lors du débardage de grumes de sciage et de trituration sur des terrains de déclivités différentes.

Tableau 7

Equations relatives au temps par cycle de travail pour le débardage avec des boeufs de grumes de sciage et de trituration sur des terrains de déclivités différentes

Type de grumes	Degré de déclivité (%)	Equation
Sciage	- 25,1 à - 30	t = 575,968 + 7,566 x
Sciage	- 20,1 à - 25	t = 534,951 + 7,838 x
Sciage	- 15 à - 20	t = 915,721 + 5,610 x
Sciage	+ 10 à + 20	t = 53,578 +11,172 x
Trituration	> - 30	t = 313,322 + 7,182 x
Trituration	- 10,1 à - 20	t = 294,099 + 6,872 x
Trituration	0 à - 10	t = 251,335 + 6,724 x

t = temps, exprimé en centièmes de minute.
x = distance, exprimée en mètres.

1/ 1 m^3 de pin de Monterey vert = 1 058 kg (Chemins de fer du Chili, cité par Pugin, 1981)

Tableau 8

Equations relatives au temps de travail par mètre cube lors du débardage avec des boeufs de grumes de sciage et de trituration sur des pentes de déclivités différentes

Type de grumes	Degré de déclivité (%)	Equation
Sciage	- 25,1 à - 30	t = 725,400 + 9,529 x
Sciage	- 20,1 à - 25	t = 787,851 + 11,543 x
Sciage	- 15 à - 20	t = 745,057 + 10,196 x
Sciage	+ 10 à + 20	t = 138,803 + 28,943 x
Trituration	> - 30	t = 525,725 + 12,050 x
Trituration	- 10,1 à - 20	t = 493,455 + 11,530 x
Trituration	0 à - 10	t = 421,703 + 11,282 x

En observant le diagramme 24, on constate que le temps par cycle de débardage sur une pente de +10 à +20 pour cent est inférieur à celui du débardage en descente, ce qui à première vue ne semble guère convaincant. Cependant, lorsque l'on transporte plus d'une grume de sciage sur des distances courtes, le temps de chargement revêt une importance particulière par rapport au temps total du cycle. Dans le cas d'une pente de +10 à +20 pour cent, le nombre de grumes débardées est réduit à cause du plus grand effort fourni par les boeufs et donc le temps de charge nécessaire pour réunir les deux grumes (nombre moyen enregistré lors de l'étude) est inférieur à celui obtenu pour le débardage en descente, où le nombre de grumes a été de 3,36 pour -15 à -20 pour cent, 2,92 pour -20 à -25 pour cent, et 3,00 pour -25,1 à -30 pour cent. Dans ce cas-ci, plus la pente devient forte, moins on peut débarder de pièces du fait des risques potentiels; il en résulte que le temps total du cycle de débardage en descente diminue sur les terrains les plus raides.

Pour les grumes de trituration, la situation est différente. La charge est composée de 6 à 16 pièces (ou plus) empilées de façon à pouvoir les arrimer avec la chaîne, comme s'il s'agissait d'une seule grume, car toutes les pièces se trouvent au même endroit.

Compte tenu de ce qui précède, le temps de chargement varie peu dans le cas des grumes de trituration et, pour celles de sciage, la variabilité augmente en fonction de leur nombre et leur dispersion.

Il faut moins de temps pour décharger que pour charger, et la durée de cette opération dépend de la déclivité du terrain ainsi que de l'endroit où le bouvier parque les boeufs lorsqu'il libère la charge. Il faut généralement moins de temps sur un terrain plat que sur une pente; dans ce dernier cas, si les boeufs sont à contre-pente, il faut plus de temps car, comme le chargement se trouve entre eux, le bouvier en le libérant doit éviter que les bois ne roulent et blessent les extrémités des animaux.

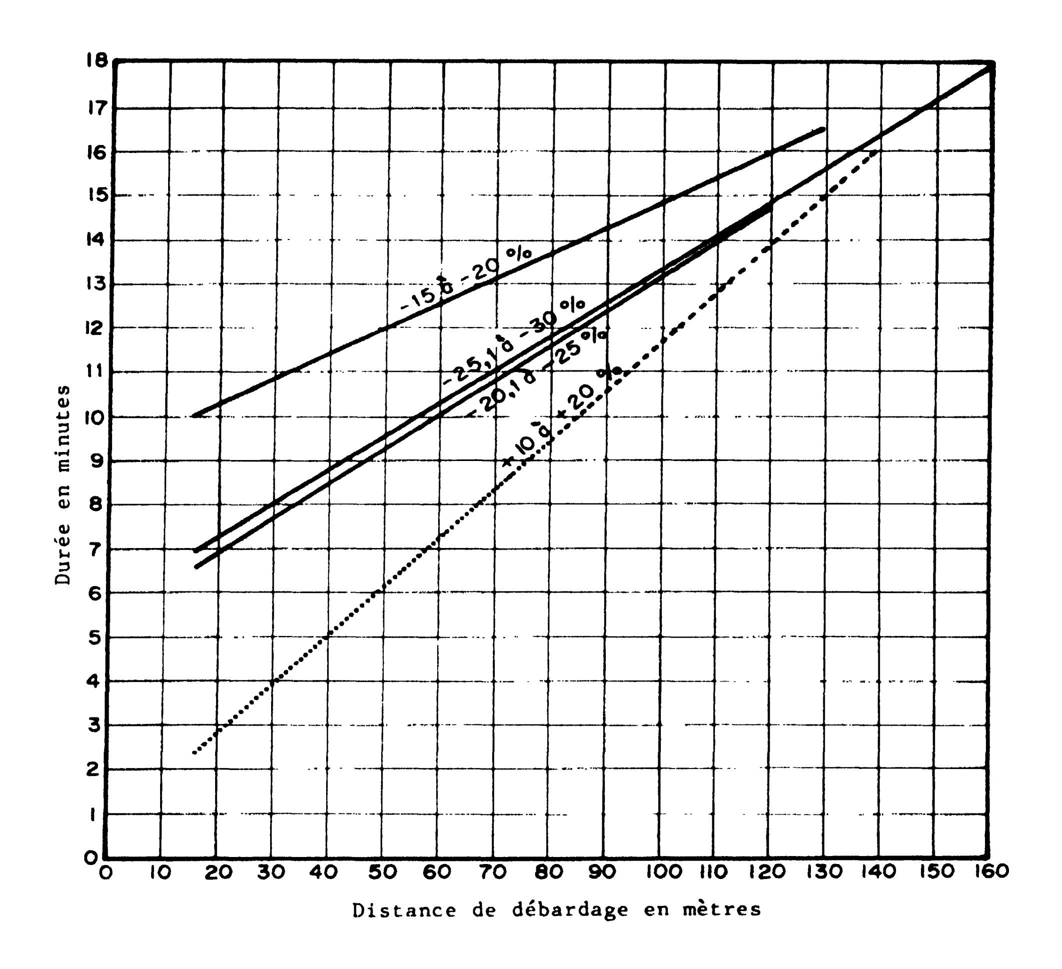


Figure 24. Temps par cycle de travail exprimé en minutes - débardage avec des boeufs de grumes de sciage effectué sur des terrains de déclivités diverses

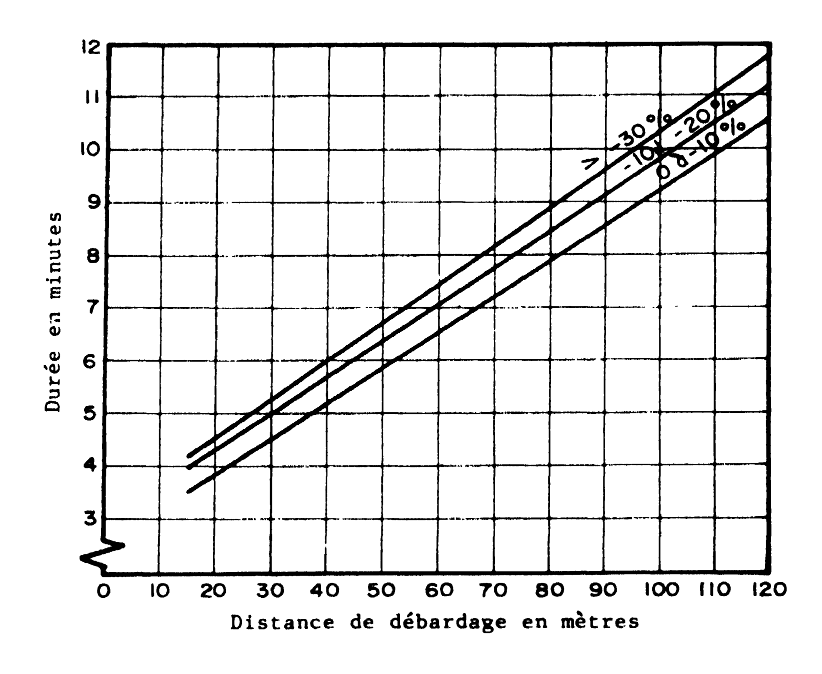


Figure 25. Temps par cycle de travail exprimé en minutes - débardage avec des boeufs de grumes de trituration effectué sur des terrains de déclivités diverses

Dans la pratique, les bouviers ont l'habitude de parquer les boeufs à contre-pente afin de profiter de la déclivité du terrain pour faciliter l'empilage - les ouvriers peuvent profiter de la pente et de la gravité pour rouler les pièces avec un minimum d'efforts.

Dans le cas des grumes de trituration, les temps fixes oscillent entre 2 et 2,7 minutes, dont 60 pour cent pour le chargement; pour les grumes de sciage, ils allaient de 2,5 à 7,15 minutes, soit 80 pour cent pour le chargement et 20 pour le déchargement.

L'analyse de la vitesse, du volume du chargement et des temps fixes, ainsi que les données figurant aux tableaux 6 et 7, permettent de comprendre et d'examiner la durée nécessaire au débardage d'un mètre cube dans chacun des cas étudiés, et ce pour différents degrés de déclivité.

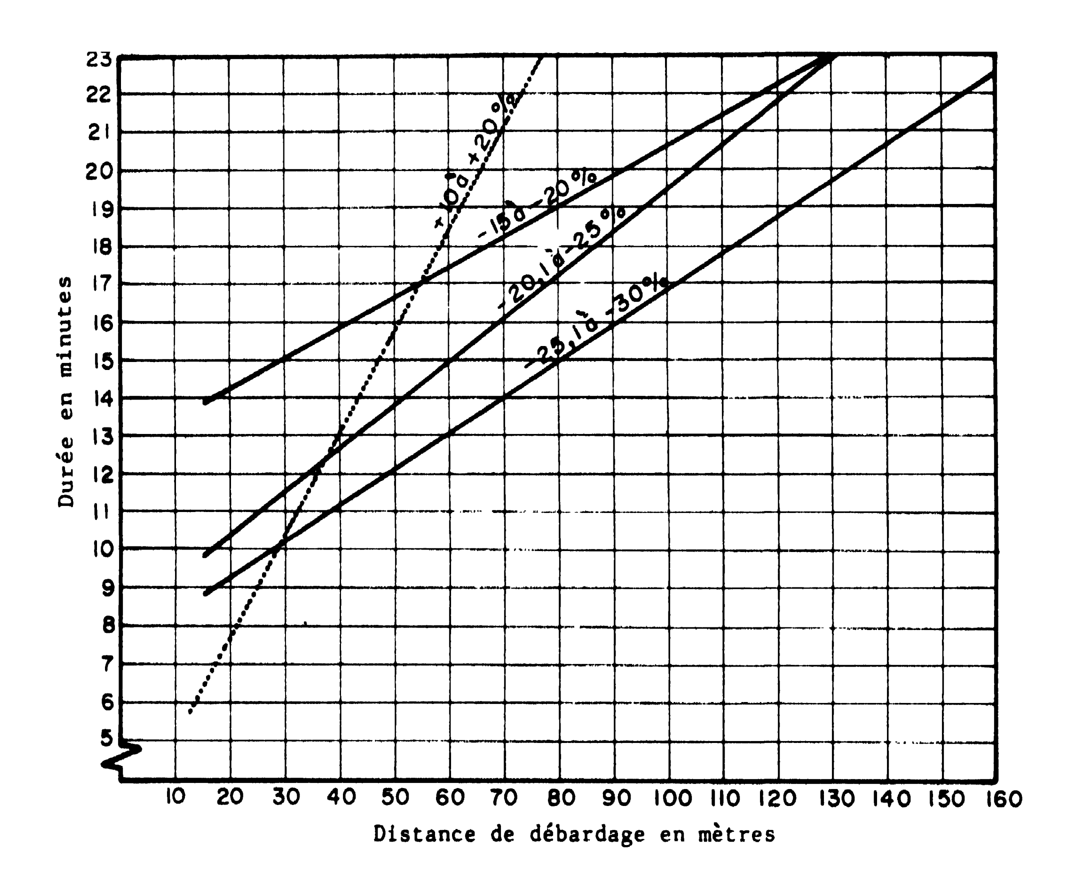


Figure 26. Temps de débardage exprimé en minutes par mètre cube - opération réalisée avec des boeufs sur différents types de pentes

A la figure 26, il importe d'observer que le temps nécessaire pour débarder un mètre cube en montée est acceptable dans le cas de distances courtes, mais à mesure qu'augmente la distance le temps croît considérablement.

En développant les équations relatives au temps par cycle de travail et par mètre cube, on a obtenu les durées pour différentes distances de débardage de grumes de sciage et de trituration - elles figurent aux tableaux 5-1 et 5-3 de l'annexe 5.

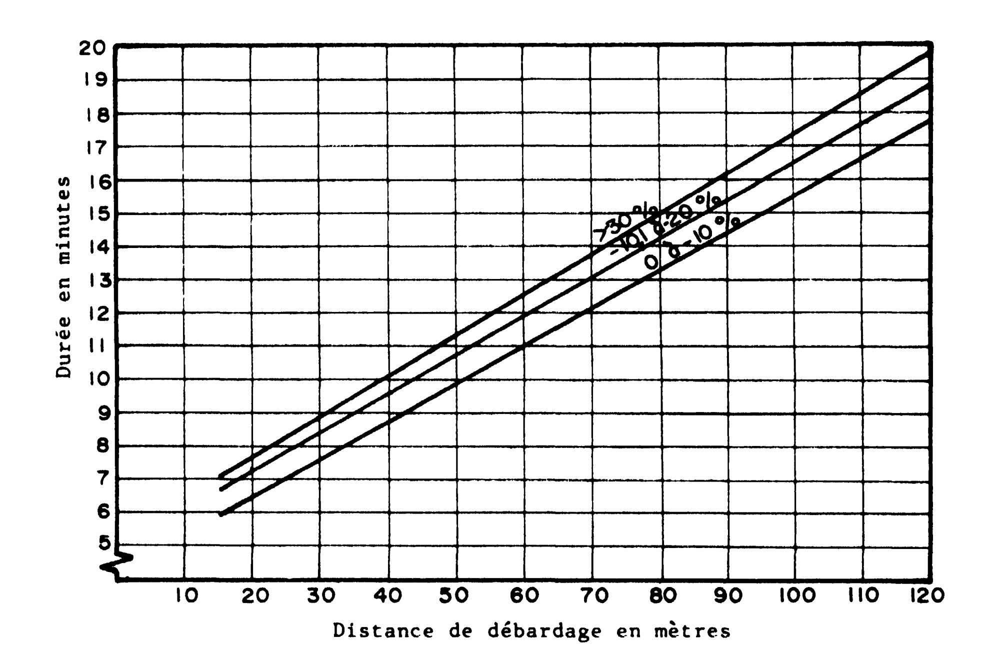


Figure 27. Temps de débardage de grumes de trituration exprimé en minutes par mètre cube - opération réalisée à l'aide de boeufs sur des pentes de déclivités différentes

c. Rendement

Le tableau 9 présente les équations de rendement exprimées en mètres cubes par heure. En remplaçant dans ces expressions les valeurs de la distance, on trouve le rendement pour les différents types de pentes dont les résultats figurent aux tableaux 5-1 et 5-3 de l'annexe 5; ils sont exprimés sous forme graphique dans les figures 28 et 29.

Tableau 9

Equations de rendement pour le débardage de grumes de sciage et de trituration - opération réalisée à l'aide de boeufs sur des pentes de déclivités différentes

Type de grumes	Degré de déclivité (%)	Equation
Sciage	- 25,1 à - 30	$R = \frac{4\,764}{575,968 + 7,566\,x}$
Sciage	- 20,1 à - 25	$R = \frac{4\,074}{534,951 + 7,838\,x}$

Tableau 9 (suite)

Type de grumes	Degré de déclivité (%)	Equation
Sciage	- 15 à - 20	$R = \frac{4\,308}{915{,}721 + 5{,}610\ x}$
Sciage	+ 10 à + 20	$R = \frac{2\,316}{53{,}578 + 11{,}172\ x}$
Trituration	> - 30	$R = \frac{3\,576}{313{,}331 + 7{,}182\ x}$
Trituration	- 10,1 à - 20	$R = \frac{3\,576}{294{,}099 + 6{,}872\ x}$
Trituration	0 à - 10	$R = \frac{3\,576}{251{,}335 + 6{,}724\ x}$

R = rendement exprimé en mètres cubes par heure.

x = distance, exprimée en mètres.

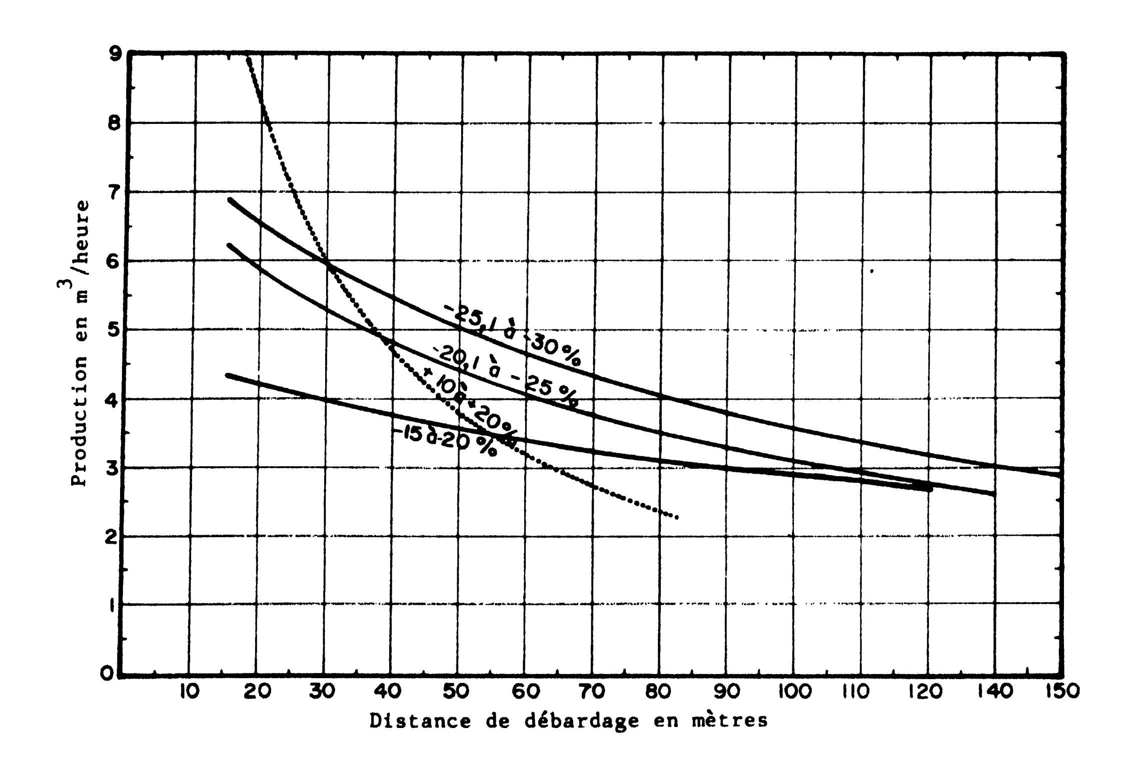


Figure 28. Rendement du débardage de grumes de sciage exprimé en mètres cubes par heure - opération réalisée à l'aide de boeufs sur des pentes de déclivités différentes

En montée, le rendement du débardage de grumes de sciage décroît très rapidement à mesure qu'augmentent les distances; à noter que le point critique commence à partir d'environ 55 m.

Pour ce type de pièces, il convient de faire remarquer que la vitesse de déplacement et le volume sont généralement supérieurs en comparaison avec les grumes de trituration; toutefois, le rendement est inférieur à cause du temps de chargement.

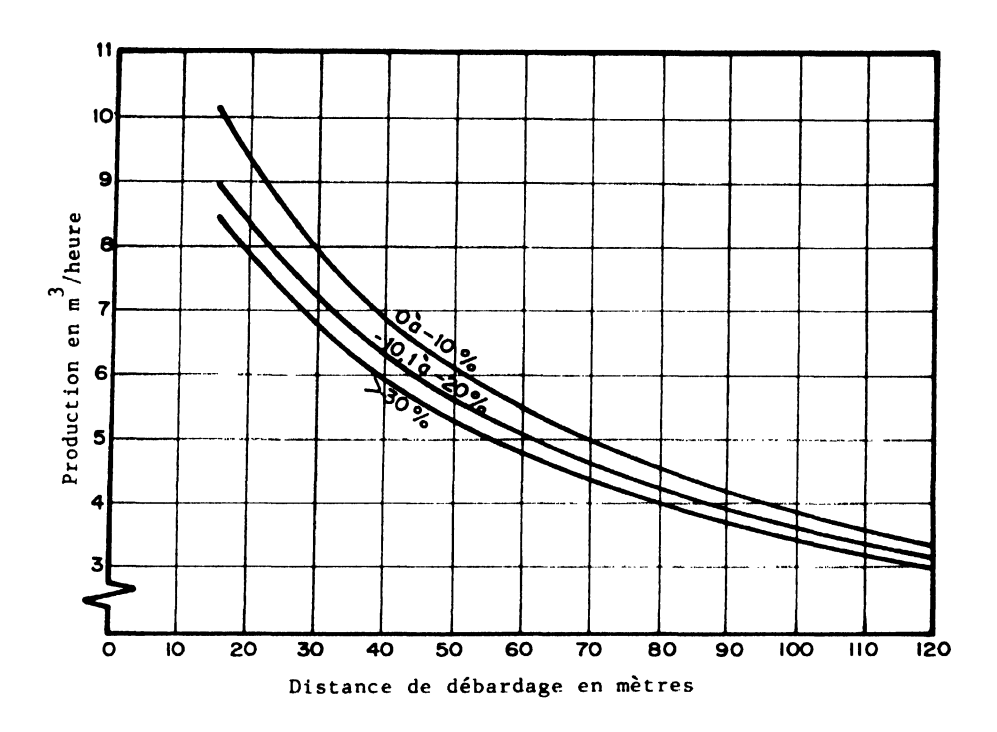


Figure 29. Rendement du débardage de grumes de trituration exprimé en mètres cubes par heure - opération réalisée à l'aide de boeufs sur des pentes de déclivités différentes

d. Coûts

Au tableau 10 figurent les équations des coûts par mètre cube pour le débardage de grumes de sciage et de trituration réalisé à l'aide de boeufs.

Tableau 10

Equations relatives aux coûts par mètre cube du débardage de grumes de sciage et de trituration effectué à l'aide de boeufs

Type de grumes	Degré de déclivité (%)	Equations relatives aux coûts	
		$ chiliens	$ E.-U.
Sciage	- 25,1 à - 30	C = 9,7131 + 0,1276 x	C = 0,1120 + 0,0015 x
Sciage	- 20,1 à - 25	C = 10,5493 + 0,1546 x	C = 0,1217 + 0,0018 x
Sciage	- 15 à - 20	C = 17,0773 + 0,1046 x	C = 0,1970 + 0,0012 x
Sciage	+ 10 à + 20	C = 1,8586 + 0,3875 x	C = 0,0214 + 0,0045 x
Trituration	> - 30	C = 7,0395 + 0,1614 x	C = 0,0812 + 0,0019 x
Trituration	- 10,1 à - 20	C = 6,6074 + 0,1544 x	C = 0,0762 + 0,0018 x
Trituration	0 à - 10	C = 5,6466 + 0,1511 x	C = 0,0651 + 0,0017 x

Le développement des équations de coût en fonction de la distance et du volume est présenté aux tableaux 5-2 et 5-4 de l'annexe 5, et les figures 30 et 31 en donnent l'expression graphique.

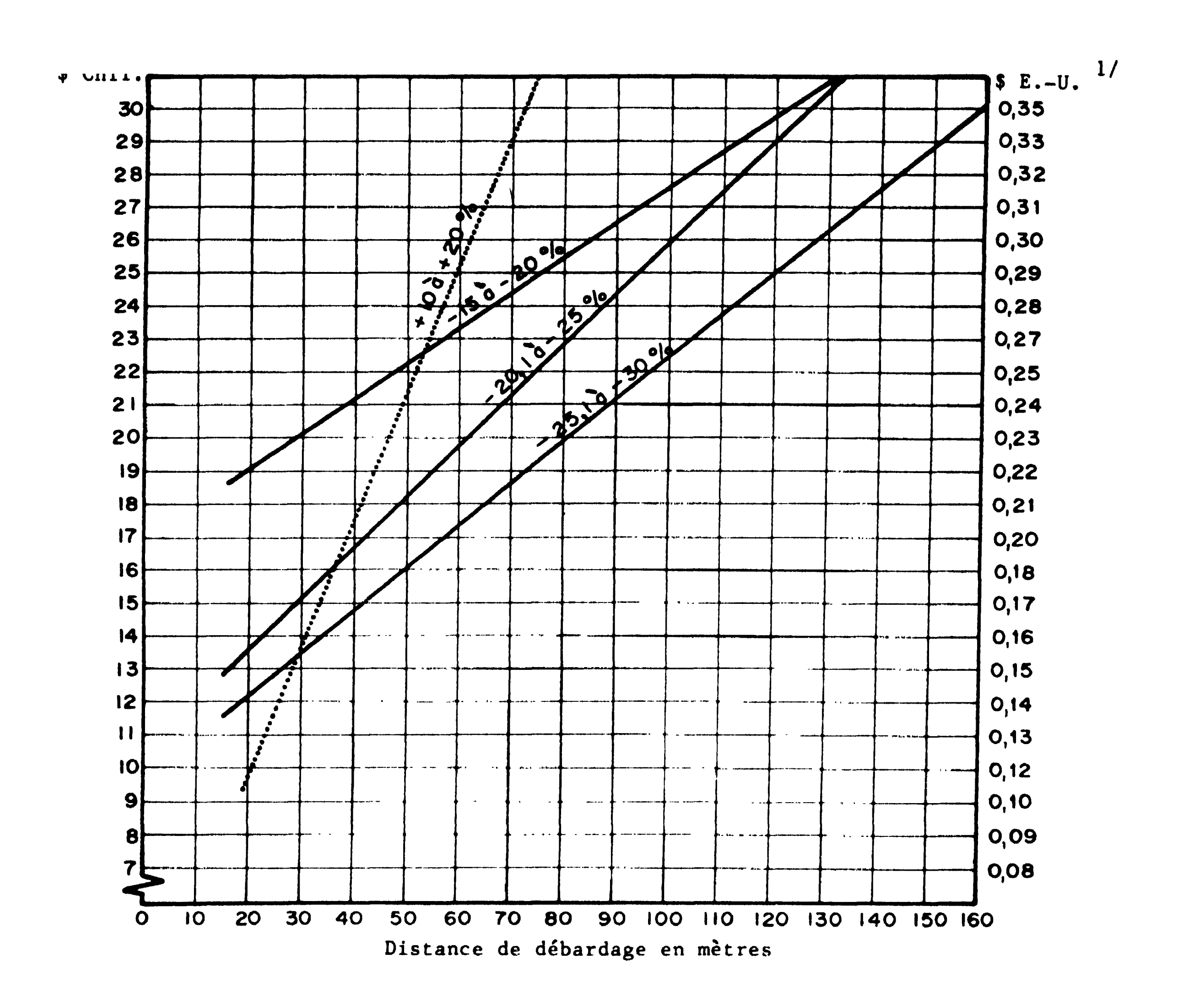


Figure 30. Coût par mètre cube du débardage de grumes de sciage en fonction de la déclivité et de la distance - opération réalisée à l'aide de boeufs

1/ Au 16 décembre 1983, la parité officielle du dollar était de 86,70 pesos chiliens

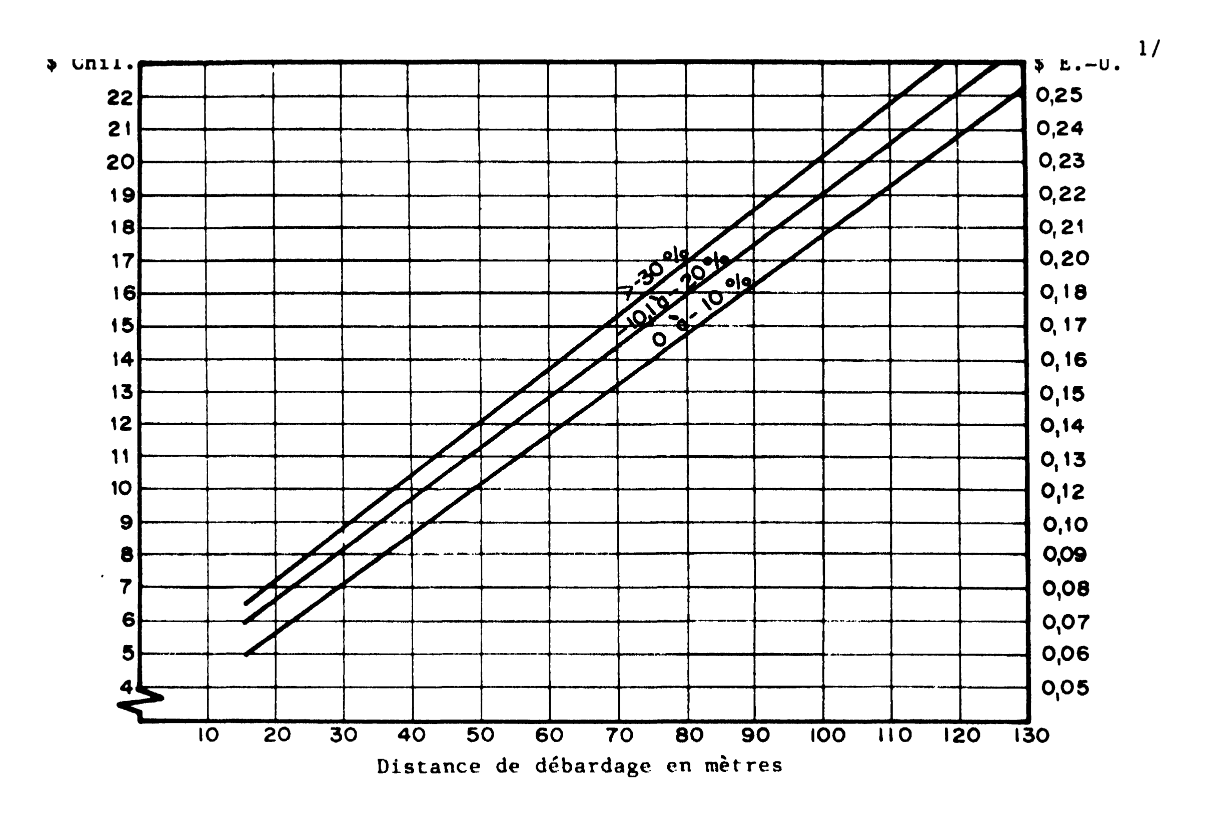


Figure 31. Coût par mètre cube du débardage de grumes de trituration en fonction de la déclivité et de la distance - opération réalisée à l'aide de boeufs

6.1.2 Traînage de grumes sur terrain plat

La zone étudiée se trouve dans la Huitième région, province de Bío-Bío; l'exploitation où a eu lieu le débardage sur terrain plat s'appelle "Trilahue", elle est située au-dessus de la Vallée centrale entre les villes de Los Angeles et Cabrero.

Cette exploitation est à une altitude de 125 m au-dessus du niveau de la mer; elle se caractérise par une topographie plane, avec des déclivités qui ne dépassent pas 3 pour cent. Les sols sont surtout sableux, ils appartiennent à la série "Coreo", d'origine andesítico-basaltique, au drainage rapide à excessif, et à faible rétention d'eau; leur profil de 0 à 23 cm est d'une structure granulaire simple et léger qu'il fasse sec ou humide, non plastique et non adhésif (CHILE/OEA/BID; 1964).

L'exploitation "Trilahue" appartient à une entreprise forestière 2/ qui, en 1982, possédait directement ou indirectement 140 000 hectares de plantations de pins de Monterey; elle traite approximativement 1 900 000 m^3 de bois par an qui servent à exporter des grumes, approvisionner des usines de pâte à papier et de papier, et alimenter le marché intérieur en sciages et en combustible. L'opération de débardage des grumes de sciage et de trituration a été réalisée intégralement à l'aide de boeufs du fait des caractéristiques topographiques de l'endroit choisi; toutefois, dans d'autres chantiers de cette entreprise, elle se fait avec des tracteurs forestiers à roues, des boeufs ou des chevaux.

1/ La parité officielle du dollar au 16 décembre 1983 était de 86,70 pesos chiliens

2/ Forestal "MININCO S.A."

Pendant six journées de travail, on a étudié trois paires de boeufs; chaque animal était âgé en moyenne de 8 ans, pesait 650 kg et avait une expérience minimum de deux ans.

Les opérations analysées ont été les suivantes: débardage de grumes de trituration en terrain soumis à éclaircie: 66 cycles de travail; débardage de grumes de trituration en terrain soumis à coupe rase: 56 cycles; et débardage de grumes de sciage en terrain soumis à coupe rase: 54 cycles de travail.

Il s'est agi dans le premier cas d'un peuplement de pins de Monterey soumis à une éclaircie où l'on a abattu des arbres condamnés ou intermédiaires peu importants pour la stabilité de la forêt, dont les caractéristiques étaient les suivantes: âge approximatif 16 ans, 1 800 arbres par hectare et 400 m^3/ha. On a coupé environ 800 arbres par hectare, soit un volume approximatif de 85 m^3/ha. La longueur des bois transportés était de 2,44 m et leur diamètre minimum de 10 cm.

Par ailleurs, on a également relevé les données relatives au débardage de grumes de trituration dans un peuplement de pins de Monterey de 19 ans, d'une densité de 1 273 arbres/ha et d'un volume approximatif de 578 m^3/ha. Le diamètre minimum des pièces transportées était de 10 cm et leur longueur de 2,44 m.

De même, on a étudié le transport de grumes de sciage dans une forêt âgée de 19 ans, d'une densité de 1 662 arbres/ha et d'un volume approximatif de 578 m^3/ha. Le diamètre des troncs transportés était d'un minimum de 26 cm et leur longueur de 4 m.

Présentation des résultats, analyse et examen

a. Vitesse et charge

Le tableau 11 montre les valeurs moyennes de la vitesse et des charges dans les différents cas de débardage sur terrain plat.

Tableau 11

Vitesse et charge moyenne exprimées en unités et en volume - débardage de grumes de sciage et de trituration obtenues par différents systèmes de coupe - opération réalisée à l'aide de boeufs sur terrain plat

Type de grumes	Système de coupe	Vitesse (cm/s)			Charge moyenne	
		Voyage sans charge	Voyage avec charge	Moyenne	Unités	Volume (m^3)
Sciage	Coupe rase	56,58	36,54	46,61	1,00	0,417
Trituration	Coupe rase	68,11	51,48	59,79	5,18	0,367
Trituration	Eclaircie	76,76	54,58	65,67	11,72	0,289

Sur terrain plat, les boeufs atteignent lors des voyages sans charge des vitesses supérieures à celles obtenues sur les terrains à déclivité positive; dans le cas des voyages avec charge, la vitesse diminue si on la compare à celle du voyage avec charge en descente, ceci étant essentiellement dû à l'effet de frottement.

En outre, si l'on compare les volumes de charge, ils sont supérieurs dans les parcours en descente.

En ce qui concerne les éclaircies, le volume de charge moyen est réduit car le volume moyen des arbres éclaircis est inférieur à celui des arbres coupés ras et les charges empilées et débardées correspondent à un seul arbre. L'éclaircie se pratiquant çà et là, réunir deux arbres ou plus dans un même endroit serait une perte de temps pour l'ouvrier chargé de l'empilage tout comme pour le bouvier s'il devait rassembler les troncs de plusieurs arbres pour les transporter en un seul voyage sur une courte distance.

b. Durée

Les équations relatives à la durée de chaque cycle et du débardage exprimé en mètres cubes pour les trois cas étudiés en terrain plat se trouvent au tableau 12. Le développement de ces équations en fonction de la distance se trouve au tableau 5-5 de l'annexe 5 et leur représentation graphique aux figures 32 et 33.

Tableau 12

Equations relatives à la durée du cycle de travail et du débardage par mètre cube pour des grumes de sciage et de trituration obtenues par différents systèmes de coupe - opérations réalisées à l'aide de boeufs sur terrain plat

Type de grumes	Système de coupe	Equation relative à la durée du cycle de travail	Equation relative au temps de débardage par mètre cube
Sciage	Coupe rase	$t = 108,233 + 6,824\ x$	$T = 259,552 + 16,364\ x$
Trituration	Coupe rase	$t = 223,900 + 3,948\ x$	$T = 610,082 + 10,757\ x$
Trituration	Eclaircie	$t = 281,569 + 3,850\ x$	$T = 974,287 + 13,322\ x$

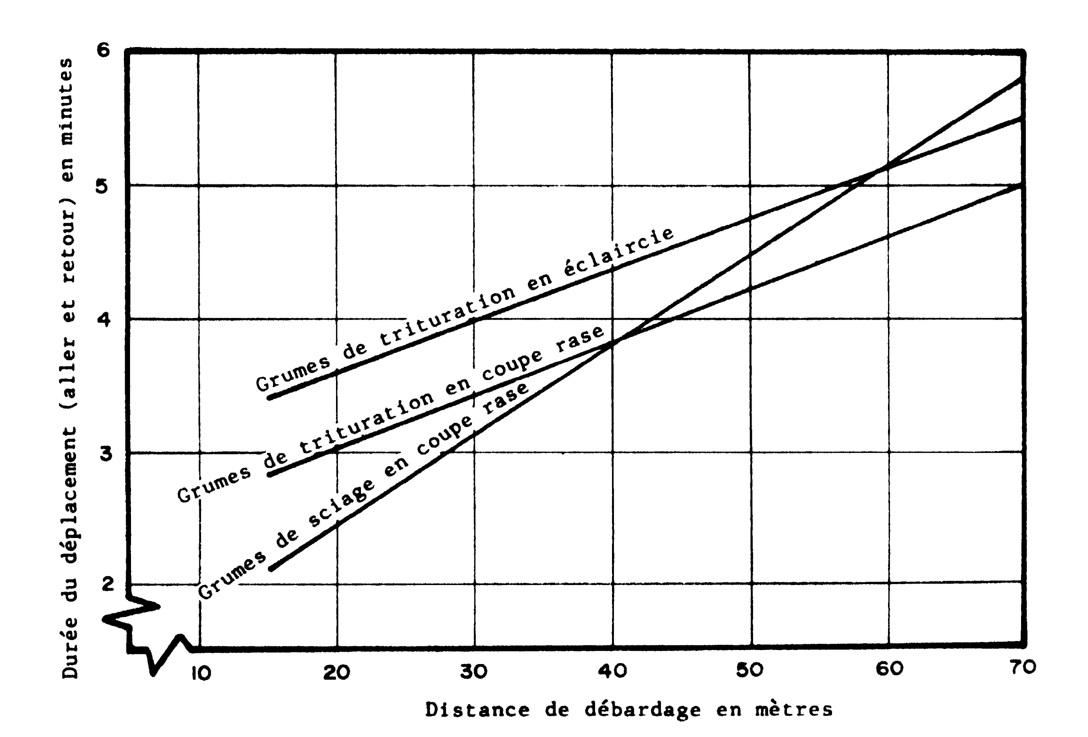


Figure 32. Durée du cycle de travail exprimée en minutes - débardage de grumes de sciage et de trituration réalisé à l'aide de boeufs sur des terrains plats

Les temps fixes de chargement et de déchargement sont dans les trois cas relativement réduits; les moyennes enregistrées sont: grumes de trituration, 1,80 minute en éclaircie et 1,58 minute en coupe rase, et 0,80 minute pour les grumes de sciage, qui correspondent dans le même ordre à 64,37 pour cent, 63,35 pour cent et 60,50 pour cent du temps de chargement.

Pour les grumes de sciage, les temps fixes sont inférieurs, car les pièces demandent moins de manutention, comme on en transporte une seule par voyage. Sur les parcelles soumises à éclaircie, la charge moyenne de grumes de trituration a été de 11,72 unités; dans ce cas-ci, le bouvier passe plus de temps à arrimer la charge pour éviter qu'elle ne bouge lors du transport, ce qui a une incidence sur la durée du cycle de travail et la productivité par mètre cube, qui est ici supérieure à celle de deux autres cas envisagés. Il convient de noter dans les figures 32 et 33 l'importance du volume de la charge transportée. Pour les grumes de trituration, la durée du cycle ne diffère pas énormément qu'il s'agisse de terrain soumis à éclaircie ou à coupe rase; par contre, les différences sont très sensibles et appréciables pour ce qui est du temps total nécessaire pour réunir un mètre cube à différentes distances. Par ailleurs, dans le cas du débardage de grumes de trituration dans les parcelles éclaircies, la vitesse des boeufs a dépassé celle des deux autres cas; toutefois comme le volume par charge est faible, le temps nécessaire pour transporter un mètre cube est plus élevé et le rendement diminue.

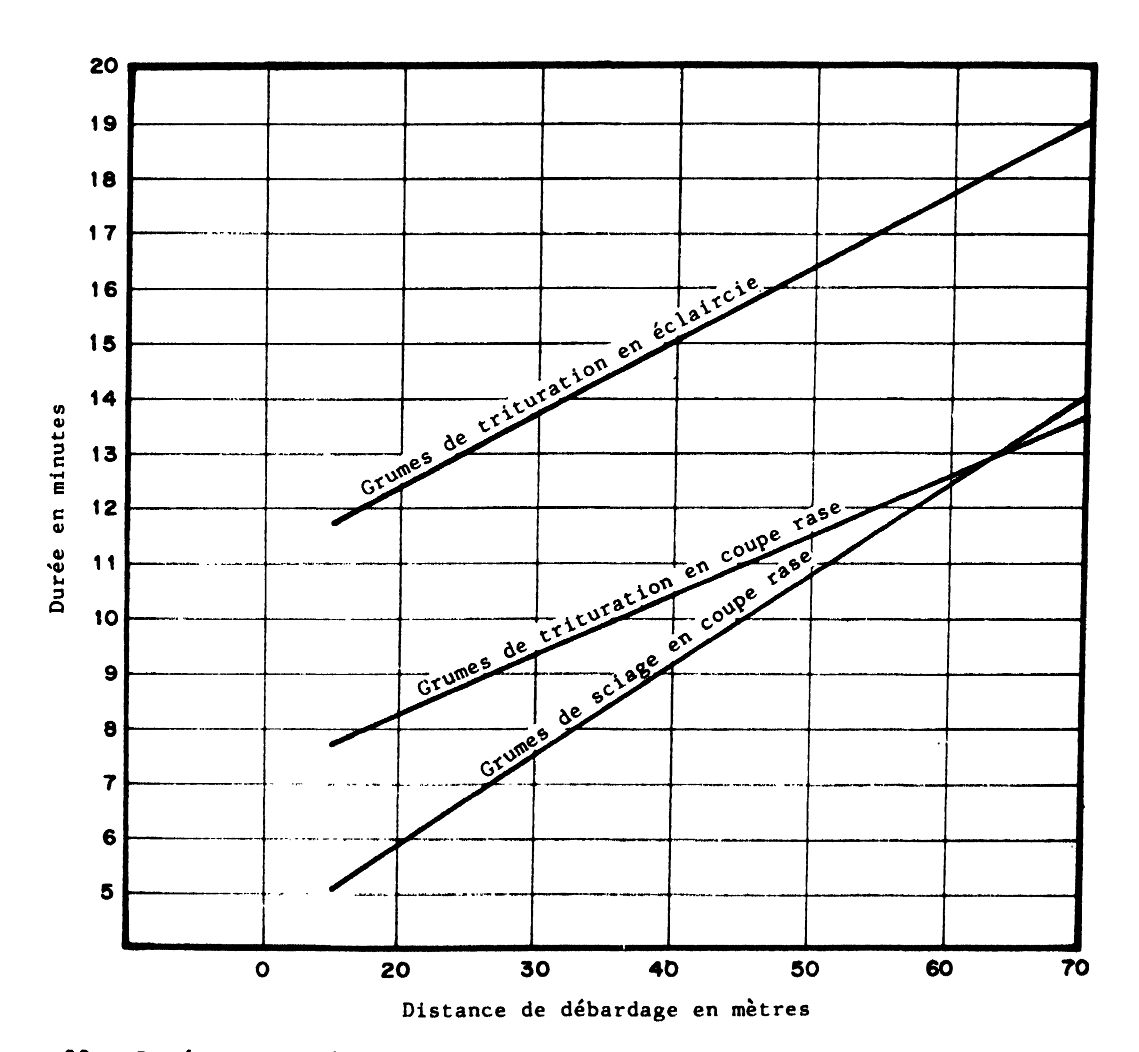


Figure 33. Durée, exprimée en minutes, nécessaire pour débarder un mètre cube de grumes de trituration ou de sciage - opération réalisée sur terrain plat à l'aide de boeufs

c. Rendement

Les équations relatives au rendement exprimé en mètres cubes par heure se trouvent au tableau 13 et, en y ajoutant la distance, il a été possible d'obtenir les valeurs correspondant aux trois systèmes de débardage, qui figurent au tableau 5-5 de l'annexe 5 et sont représentées sous forme graphique à la figure 34.

Tableau 13

Equations relatives au rendement du débardage effectué à l'aide de boeufs sur terrain plat - cas des grumes de sciage et de trituration obtenues par différents systèmes de coupe

Type de grumes	Système de coupe	Equation de rendement
Sciage	Coupe rase	$R \quad \frac{2502}{108,233 + 6,824\ x}$
Trituration	Coupe rase	$R = \frac{2202}{223,900 + 3,948\ x}$
Trituration	Eclaircie	$R = \frac{1734}{281,569 + 3,85\ x}$

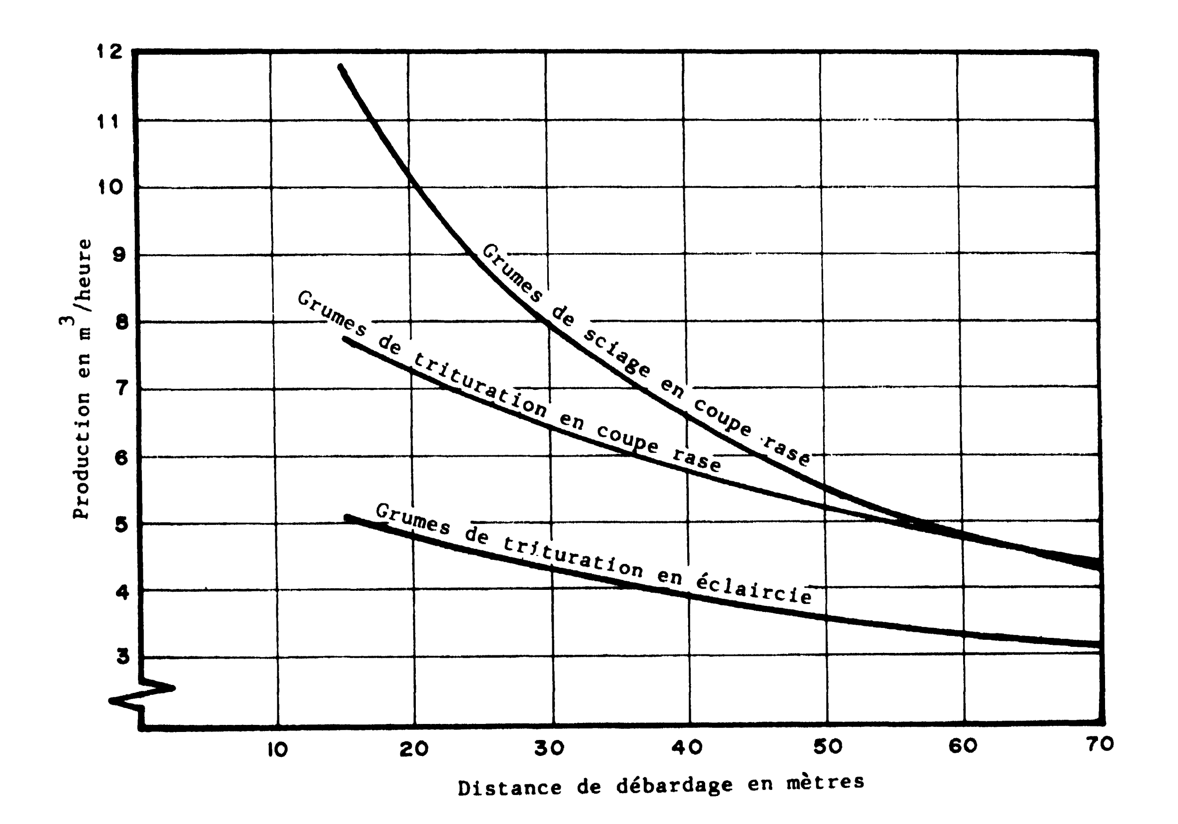


Figure 34. Rendement exprimé en mètres cubes par heure du débardage de grumes de sciage et de trituration - opération réalisée à l'aide de boeufs sur terrain plat

Sur le type de terrain en question, les meilleurs rendements ont été obtenus en débardant les grumes de sciage; cela se doit essentiellement au volume supérieur du chargement et au moindre nombre de pièces transportées.

Dans les parcelles éclaircies, les rendements sont faibles par suite même des caractéristiques de cette opération, à savoir abattage sélectif et volume réduit des arbres; il convient toutefois de souligner que pour ce type d'opération d'exploitation il est important de débarder à l'aide d'animaux car ils sont faciles à manoeuvrer surtout là où la forêt est très dense.

d. Coûts

Les équations relatives au coût par mètre cube du débardage de grumes sur terrain plat figurent au tableau 14 et on a obtenu en les développant les valeurs correspondant aux différents systèmes de coupe qui se trouvent au tableau 5-6 de l'annexe 5; elles ont servi pour tracer le graphique de la figure 35.

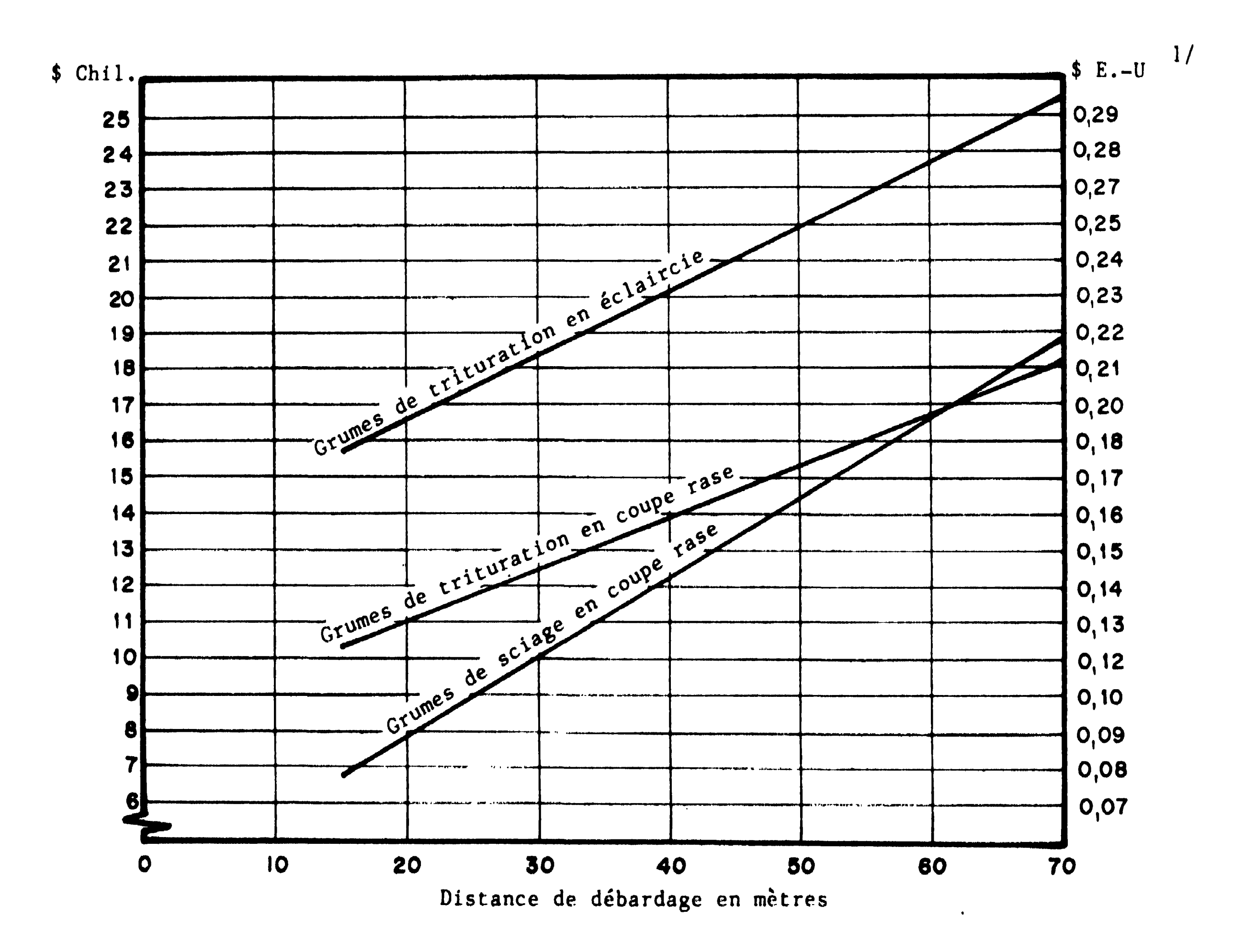


Figure 35. Coût par mètre cube du débardage de grumes de sciage et de trituration - opération réalisée à l'aide de boeufs sur terrain plat

1/ Au 16 décembre 1983 la parité officielle du dollar était de 86,70 pesos chiliens.

Tableau 14

Equations relatives aux coûts par mètre cube du débardage de grumes de sciage et de trituration obtenues par différents systèmes de coupe - opération réalisée à l'aide de boeufs sur terrain plat

Type de grumes	Système de coupe	Equations relatives aux coûts	
		Pesos chiliens	Dollars E.-U. 1/
Sciage	Coupe rase	C = 3,4764 + 0,2191 x	C = 0,0401 + 0,0025 x
Trituration	Coupe rase	C = 8,1690 + 0,1440 x	C = 0,0942 + 0,0017 x
Trituration	Eclaircie	C = 13,0457 + 0,1784 x	C = 0,1505 + 0,0021 x

Le coût de production augmente considérablement dans les parcelles soumises à éclaircie et il est modéré dans le cas du débardage de grumes de sciage.

6.2 Le débardage en forêt primaire

Le débardage à l'aide de boeufs présente certains aspects particuliers en forêt primaire du fait de l'emplacement de cette dernière, de sa topographie, de la dispersion des essences, de la densité des arbres, du volume et du poids des grumes ainsi que des distances à parcourir.

Les pistes de débardage ne sont généralement pas bien préparées; elles sont étroites, encombrées de branches, racines, souches et autres obstacles qui gênent parfois le travail. En outre, ces chemins sont caractérisés par une déclivité variable et souvent accentuée qui peut aller jusqu'à 60 pour cent.

Lorsque la pente d'une piste change, c'est-à-dire qu'elle passe du sens ascendant à celui descendant (généralement sur des parcours très brefs), ou encore quand d'une pente forte on arrive à une déclivité plus douce et en sens descendant, le bouvier doit raccourcir les traits pour profiter au mieux de la force produite par les boeufs. De même, dans le cas de descentes très raides, il convient d'allonger les traits pour éviter que la pièce de bois ne blesse les extrémités des boeufs, car parfois la vitesse de déplacement de la grume, du fait de la gravité, peut excéder celle des boeufs (voir figure 36, portions aa et bb).

En se fondant sur un rapport technique présenté en 1980 par le Complejo Forestal y Madereo de Pangupulli 2/ ainsi que sur des conversations avec les bouviers de la zone, on a fixé des distances de débardage allant jusqu'à 1 500 m et une distance moyenne de 700 m. Ces chiffres sont dus plus particulièrement à l'exploitation sélective des essences forestières et à l'éloignement des sites d'empilage des principales pistes.

1/ Au 16 décembre 1983 la parité officielle du dollar était de 86,70 pesos chiliens.

2/ Zone de forêt primaire située dans la Xème région, province de Valdivia, d'une superficie approximative de 240 000 ha, dont la moitié environ sont productifs. On y trouvait en novembre 1983 deux scieries stables dotées de scies à rubans, deux scieries portatives, trois scieries stables dotées de scies circulaires et une usine de contre-plaqués - toutes ces installations étaient de petite taille.

En 1980, le volume de bois déplacé dans le Complejo était de 83 000 m^3, dont 31 000 m^3 ont été débardés avec des boeufs et 52 000 m^3 avec des tracteurs à roues ou à chenilles - dans ce dernier cas, des boeufs ont servi d'appoint aux tracteurs pour déplacer 31 000 m^3. Pour débarder ces quantités de bois on s'est servi de 124 paires de boeufs dont le rendement individuel moyen a été de 3,25 m^3 par jour, 75,5 m^3 par mois et 500 m^3 par an.

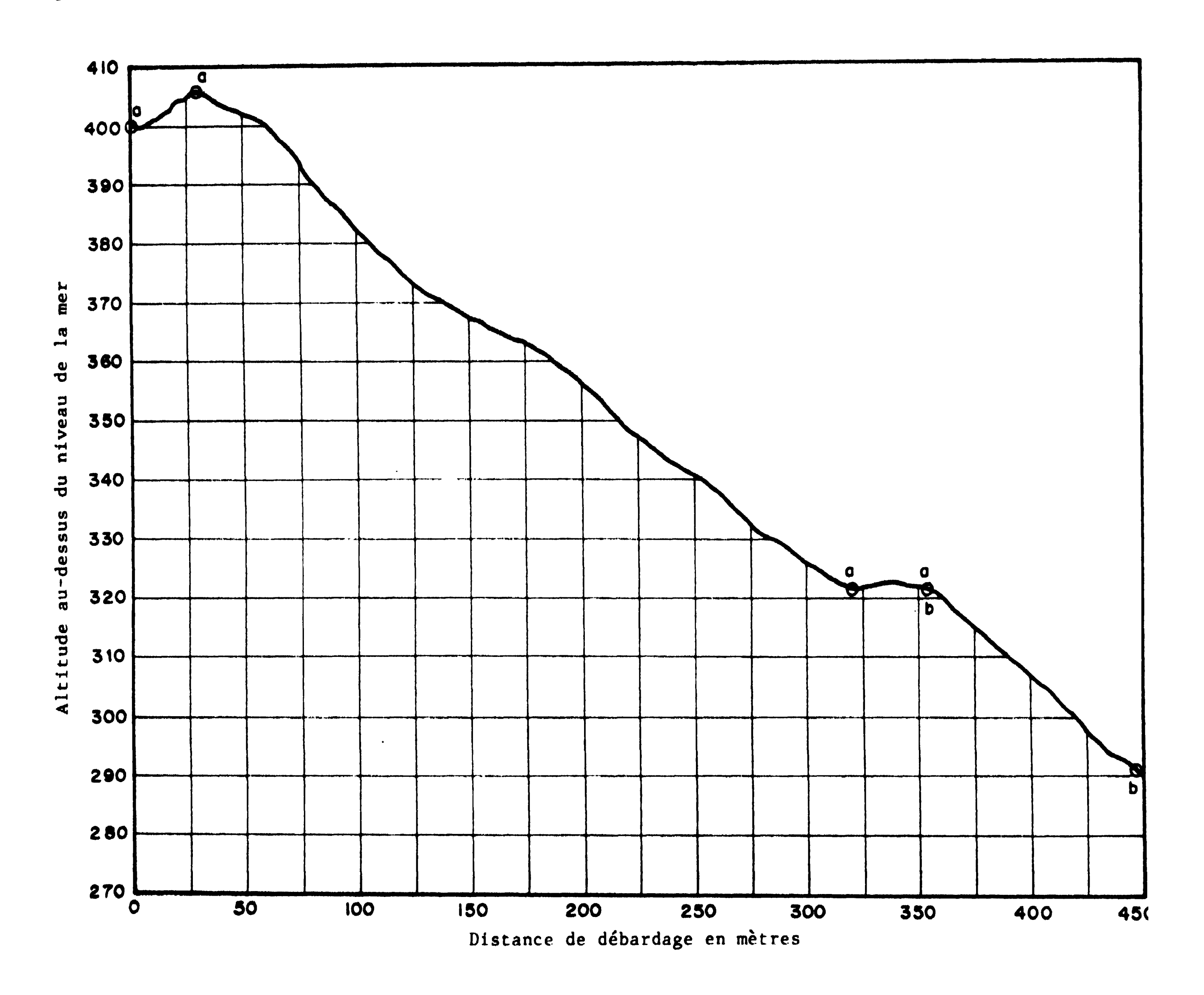


Figure 36. Sentier type d'une forêt primaire - débardage avec des boeufs

Il convient de relever le système de débardage appelé "cuarteo", qui consiste à se servir de deux paires de boeufs ou plus pour traîner une grume fort lourde et volumineuse (en général plus de 1 300 kg).

Les figures 37 et 38 montrent un exemple de "cuarteo" où l'on a fiché deux paires de pinces dans la partie frontale d'une grume, une au-dessus, une en dessous. La pince supérieure est tirée par un couple de boeufs à l'aide d'un trait fort court afin de soulever légèrement la grume. La pince inférieure est halée par un couple de boeufs ou plus.



Figure 37. Système de débardage appelé "cuarteo" utilisé dans une forêt primaire (Neltume, Chili)



Figure 38. Placement frontal de pinces fixées à des traits - système de débardage appelé "cuarteo" (Neltume, Chili)

Du fait des conditions déjà citées, le débardage en forêt primaire doit se réaliser en descente; les bouviers doivent être bien aguerris et, dans la mesure du possible, il est souhaitable que deux paires de boeufs ou plus travaillent sur une même piste de débardage afin que, le cas échéant, elles puissent s'entraider grâce au système de "cuarteo". Par ailleurs, étant donné l'âpreté des tâches, la journée de travail dure de 5 à 6 heures, ce qui doit permettre aux animaux de bien se reposer.

6.2.1 Description des conditions de l'étude

L'étude relative au débardage avec des boeufs a été réalisée en forêt primaire au lieu-dit "Pellinada", sis dans la Cordillère des Andes, province de Valdivia, Xème région, qui se trouve à environ 400 m au-dessus du niveau de la mer et dont la topographie est fort accidentée. Les sols de la zone appartiennent à la série Malihue; il s'agit d'argile sableuse, de texture modérément fine jusqu'à 65 cm, molle en superficie et légèrement dure à dure en profondeur; ils sont friables, légèrement plastiques et légèrement adhésifs. (IREN-UACH; 1978).

Les activités étudiées eurent lieu dans une forêt trop âgée appartenant à une entreprise forestière 1/. L'exploitation était sélective et visait les essences hautement commerciales: le hêtre (Nothofagus dombeyi), le laurier (Laurelia sempervirens), le lingue (Persea lingue), l'olivier nain (Aextoxicon punctatun), le tepa (Laurelia philippiana), le tineo (Weinmannia trichosperma) et l'ulmo (Eucryphia cordifolia).

L'ordre des différentes essences ayant 40 cm de diamètre à hauteur de la poitrine était réparti comme suit: tepa, 6 arbres/ha; ulmo, 2 arbres/ha; hêtre, 3 arbres/ha; olivier nain, 3 arbres/ha; autres (Podocarpus chilensis, cannelier, laurier, chêne), 8-10 arbres/ha 2/.

Les grumes débardées étaient de deux types d'une longueur bien précise correspondant à leur utilisation, à savoir: pièces destinées aux scieries, 3,60 m de long et diamètre minimum de 0,30 m; bois destinés à la production de plaques, 2,80 m de long et diamètre minimum de 0,48 m.

A l'époque, il y avait sur place 30 paires de boeufs, dont 4 ont été retenues pour cette étude; elles étaient composées d'animaux pesant environ 600 kg chacun et leur bouvier avait plus de cinq ans d'expérience. Les activités ont été analysées pendant cinq journées au cours desquelles on a étudié 23 cycles de travail effectués sur une distance maximum de 460 m.



Figure 39. Débardage à l'aide de boeufs dans une forêt primaire (Neltume, Chili)

1/ EMASIL. Entreprise comprenant une usine de contre-plaqués et une scierie dont la capacité de production actuelle est respectivement de 300 à 350 m^3/mois et 670 m^3/mois (renseignements fournis par l'ingénieur des eaux et forêts Germán Oettinger).

2/ Donnée fournie par l'ingénieur des eaux et forêts Germán Oettinger.

Les pistes de débardage étaient étroites et encombrées dans la plupart des cas par des racines et des branches; leur déclivité moyenne variait entre -20 et -32 pour cent (en descente) et, dans certains tronçons courts, elle atteignait jusqu'à -60 pour cent.

Présentation des résultats, analyse et examen

a. Vitesse et charge

La vitesse moyenne des boeufs pour le voyage à vide était de 0,43 m/s, et de 0,40 m/s pour le voyage avec charge.

La charge moyenne était de 1,19 m^3, soit environ 1 268 kg 1/. La charge maximum relevée était de 2,64 m^3, soit 2 905 kg ou encore 1 453 kg par boeuf; il s'agissait d'une grume de hêtre (Nothofagus dombeyi). Des volumes de ce type peuvent être considérés comme très élevés, toutefois ils ne doivent pas étonner, car la raideur des descentes favorise le traînage des grumes.

b. Temps

L'équation relative à la durée du cycle de travail a été calculée en fonction de la distance; et la durée du débardage par mètre cube a été calculée en fonction de la distance et du volume moyen de la charge.

$t = 1\,446,138 + 5,130\ x$
$T = 1\,218,313 + 4,332\ x$

t = durée par cycle de travail 2/
T = durée par mètre cube 2/
x = distance exprimée en mètres

Certaines durées correspondant à différentes distances de débardage obtenues en développant les équations précédentes figurent au tableau 6-1 de l'annexe 6 et sont représentées sous forme graphique à la figure 40.

1/ La densité servant à calculer le poids moyen de la charge a été obtenue en se fondant sur la moyenne des poids verts des essences forestières débardées par les boeufs dont les valeurs proviennent des densités proposées par Torres (1971), à savoir: hêtre 1,10 t/m^3; laurier 0,99 t/m^3; lingue 1,09 t/m^3; olivier nain 1,00 t/m^3; tepa 1,00 t/m^3; tineo 1,10 t/m^3; ulmo 1,18 t/m^3.

2/ Les valeurs de temps sont exprimées en centièmes de minute.

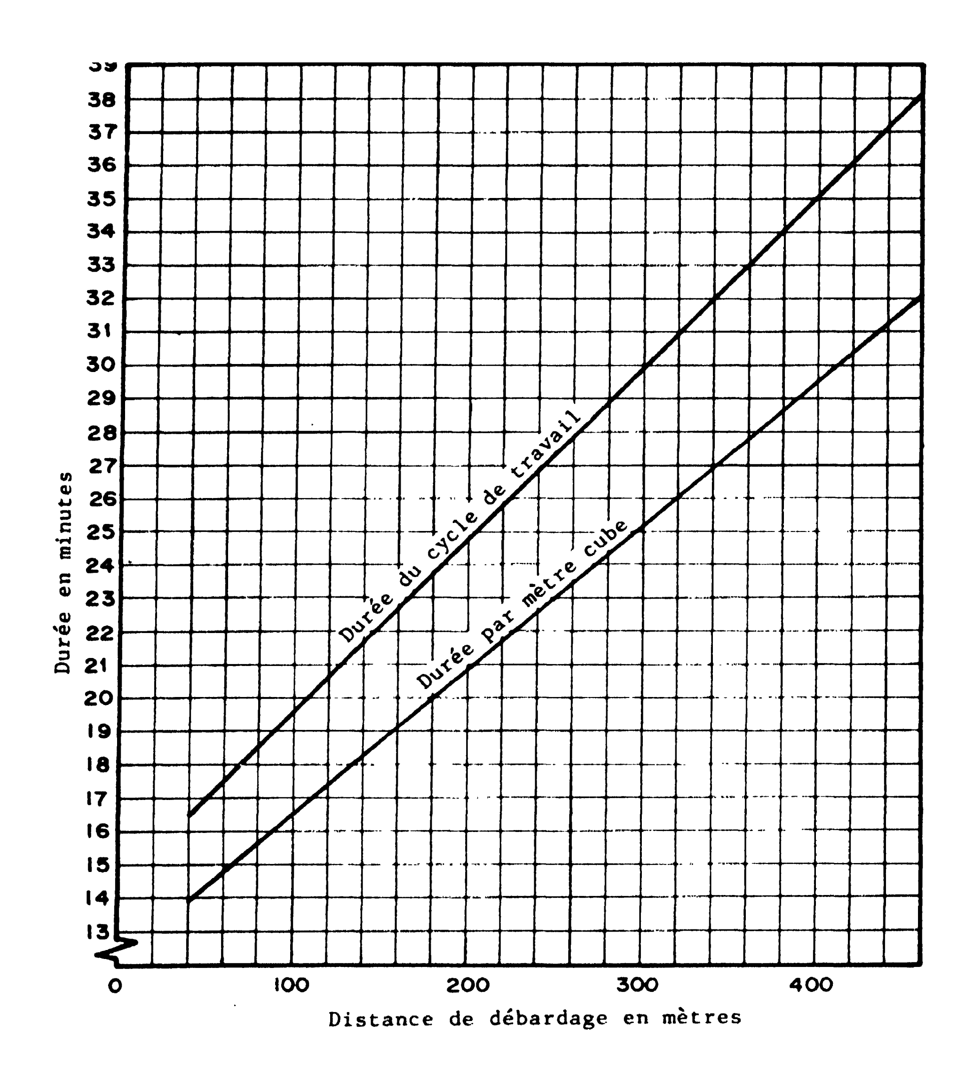


Figure 40. Durée, exprimée en minutes, par cycle de travail et par mètre cube - débardage à l'aide de boeufs en forêt primaire sur des pentes de -20 à -32 pour cent

Les cycles de travail proprement dits représentent 77,52 pour cent de la durée totale enregistrée (répartie comme suit: voyage sans charge 28,72 pour cent, chargement 14,93 pour cent, voyage avec charge 30,58 pour cent et déchargement 3,29 pour cent) et les temps supplémentaires comptabilisables représentent 22,48 pour cent, dont 10,05 pour cent pour le repos des boeufs, 8,84 pour cent pour allonger ou raccourcir les traits, et 3,59 pour cent pour éliminer des branches et autres obstacles. Cette ventilation des temps donne une idée de la difficulté et de l'âpreté du travail des boeufs en forêt primaire, où il faut permettre constamment aux animaux de se reposer afin d'éviter des états de fatigue extrême.

La durée moyenne du chargement est de 3,39 minutes et du déchargement de 0,78 minutes.

c. Rendement

L'équation relative au rendement est une fonction de la distance de débardage et du volume de la charge, qui est estimé en moyenne à 1,187 m^3 pour tous les cycles de travail. L'expression mathématique est la suivante:

$$R = \frac{7\ 122}{1\ 466{,}138 + 5{,}130\ x}$$

R = rendement exprimé en mètres cubes par heure
x = distance de débardage, exprimée en mètres

Les valeurs de rendement obtenues à partir de l'équation ci-dessus se trouvent dans le tableau 6-1 de l'annexe 6; c'est grâce à elles que l'on a obtenu la figure 41.

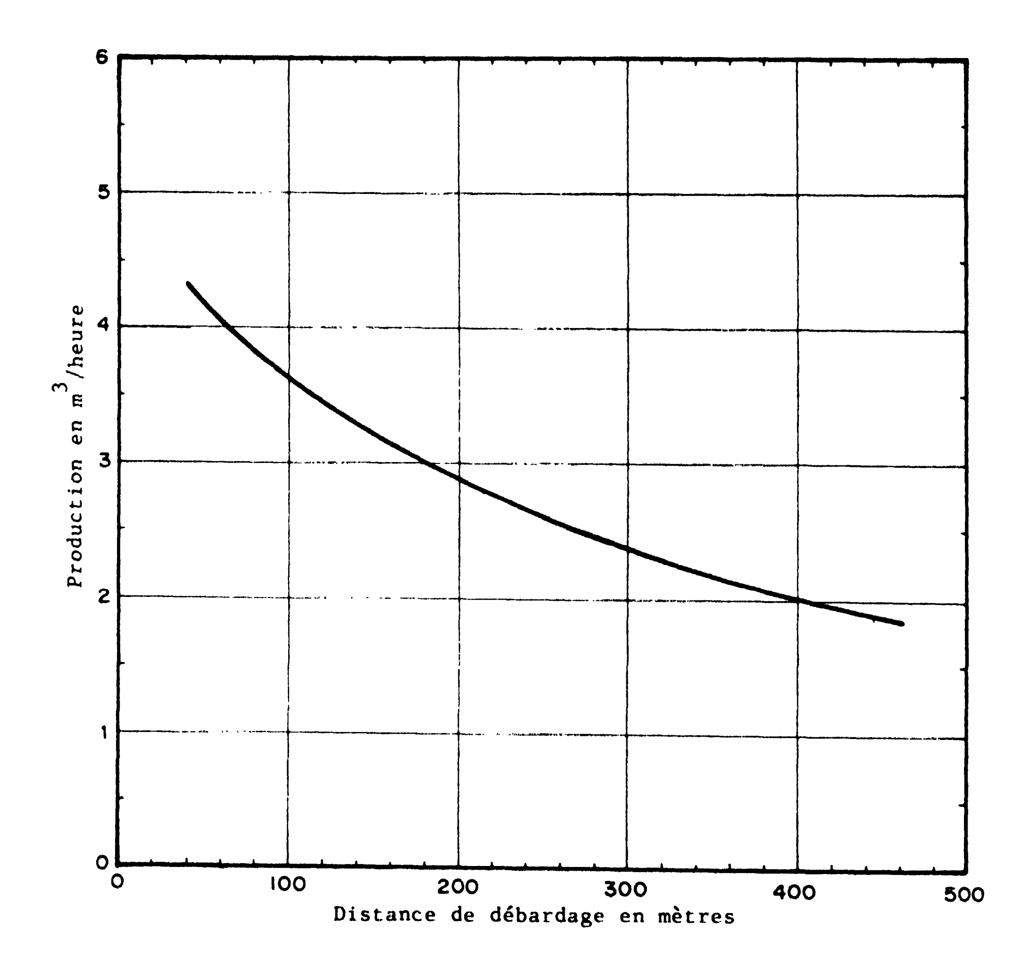


Figure 41. Rendement exprimé en mètres cubes par heure - débardage à l'aide de boeufs en forêt primaire sur des pentes de -20 à -32 pour cent

Les estimations du rendement pour les différentes distances de débardage tiennent exclusivement compte des temps inhérents au débardage à proprement parler, et n'incluent jamais l'empilage ou le chargement, même si les boeufs sont souvent utilisés pour ce genre de travaux en plus du traînage. Sur une distance de 460 m, le rendement horaire est de 1,87 m^3.

d. Coûts

Les équations relatives aux coûts obtenus en fonction du volume et de la distance sont:

$C\ (m^3) = 15{,}9112 + 0{,}0564\ x$ (en pesos chiliens)
$C\ (m^3) = 0{,}1835 + 0{,}0007\ x$ (en dollars)

où

C (m^3) = coût exprimé en pesos chiliens ou en dollars
x = distance de débardage, exprimée en mètres

Au tableau 6-2 de l'annexe 6 on trouve les coûts par mètre cube exprimés en pesos chiliens et en dollars pour les différentes distances de débardage; leur représentation graphique se trouve à la figure 42.

En forêt primaire, le coût horaire du débardage avec des boeufs ne comprend pas la valeur de l'alimentation quotidienne normale ou supplémentaire, car dans ce cas les animaux paissent librement près des forêts; par ailleurs, on incorpore le prix d'achat d'une paire de crochets (gata) car cet outil est fréquemment utilisé pour ces opérations. C'est pour ces raisons que le coût horaire est un peu plus faible comparé à celui du débardage dans des forêts de pins de Monterey.

En forêt primaire il est inusité de débarder des grumes sur des distances courtes, elles sont en général d'au moins 200 m, ce qui représente une valeur par mètre cube de 27,19 pesos chiliens, soit 0,31 dollar; sur 460 m, le coût du débardage par mètre cube est de 41,85 pesos chiliens, soit 0,48 dollar.

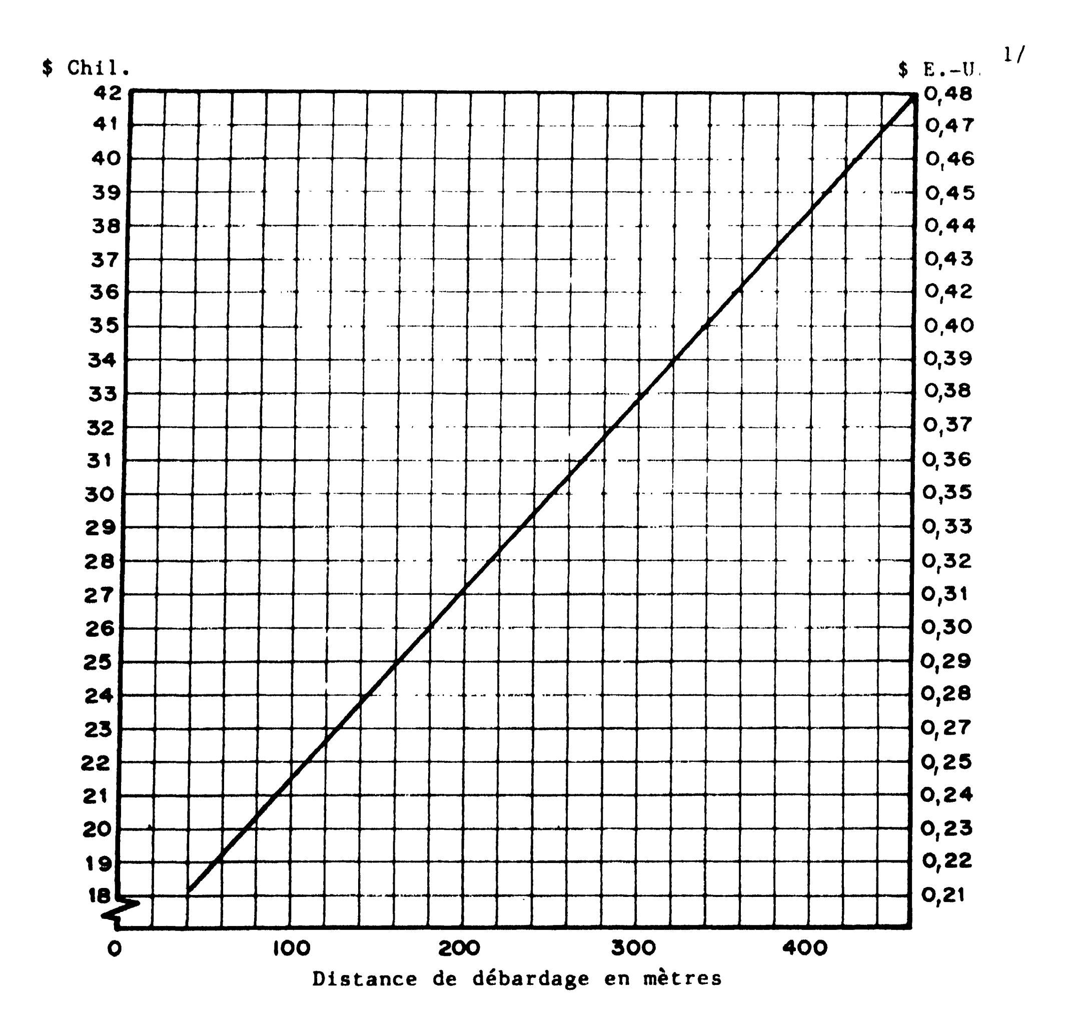


Figure 42. Coût par mètre cube pour le débardage en forêt primaire - opération réalisée à l'aide de boeufs sur des pentes de -20 à -32 pour cent

1/ Le 16 décembre 1983, la parité officielle du dollar était de 86,70 pesos chiliens.

TROISIEME PARTIE

DEBARDAGE EFFECTUE A L'AIDE DE TRACTEURS AGRICOLES

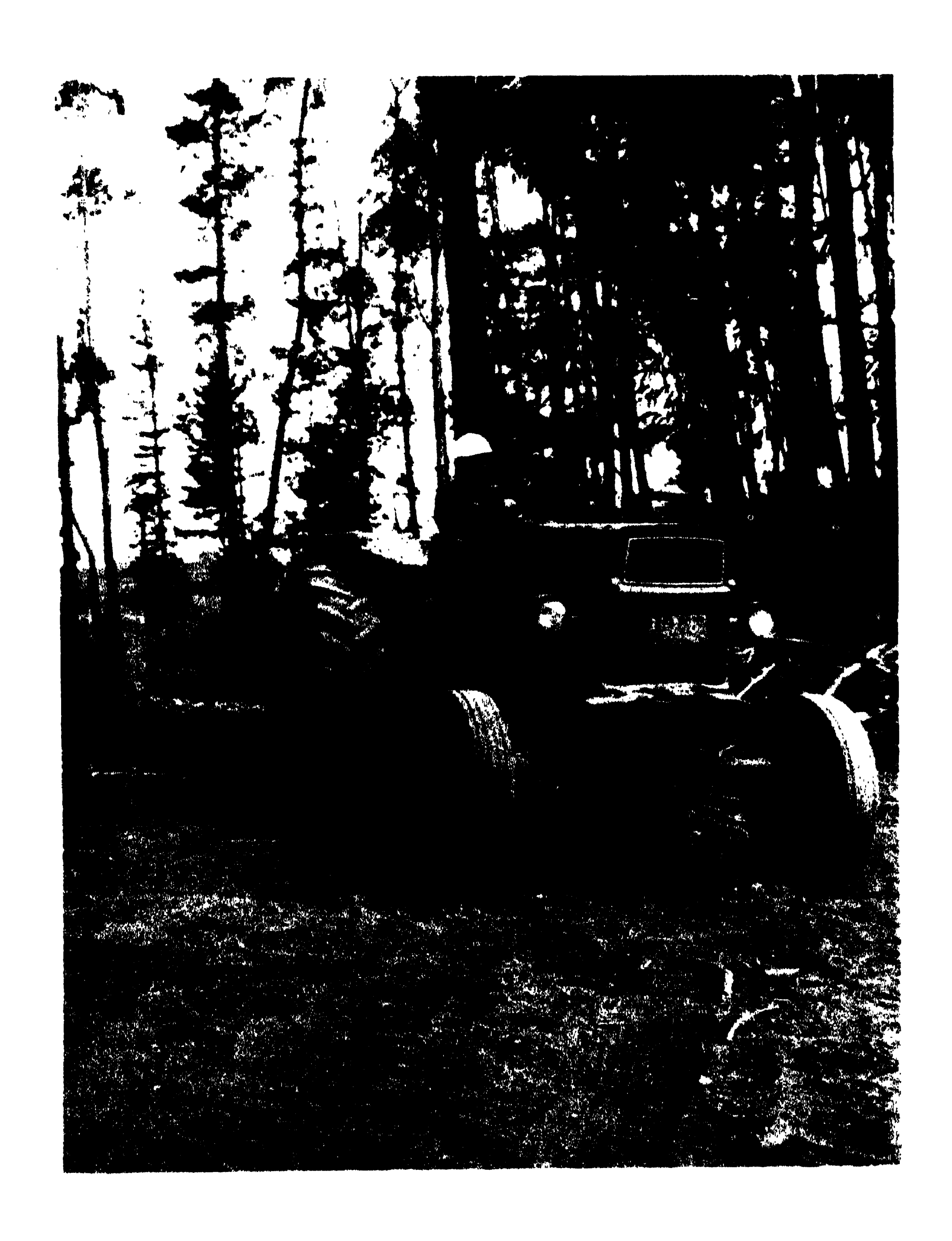


Figure 43. Débardage de grumes à l'aide d'un tracteur agricole doté d'un treuil (Lastarria, Chili)

1. GENERALITES

Les tracteurs agricoles ont des usages multiples et de nombreuses applications en agriculture, surtout pour la préparation des sols mais aussi, dans une moindre mesure, pour les semences, les travaux en prairie et le transport de charges à l'aide de remorques.

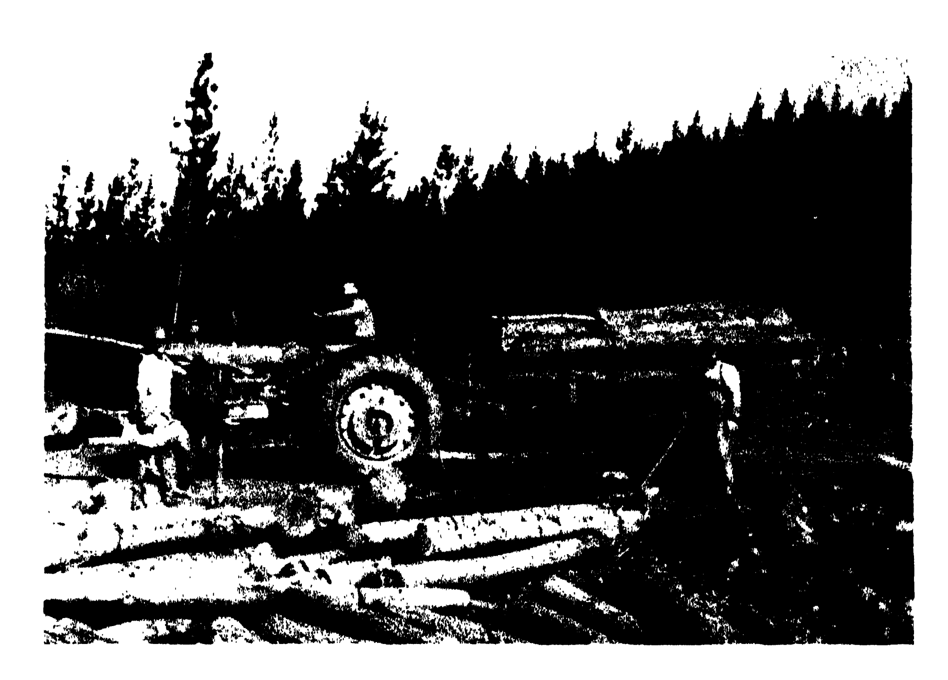


Figure 44. Transport de grumes à l'aide d'un tracteur agricole et d'une remorque (San Ignacio de Palomares, Chili)

En foresterie, les tracteurs agricoles servent surtout au transport et au débardage dans les forêts de peuplement. Pour cette dernière opération, ils doivent être équipés d'un treuil actionné par la force motrice du tracteur.

Au Chili il existe très peu de tracteurs agricoles dotés de ce dispositif, car ce sont surtout de petites entreprises et scieries qui utilisent ces engins. C'est dans une pinède que l'on a réalisé ce type de débardage et analysé ses rendements et coûts de production. Les conditions techniques et les résultats sont illustrés dans les chapitres suivants.

2. DESCRIPTION DES CONDITIONS DE L'ETUDE

L'étude du débardage avec tracteur agricole a été réalisée dans une forêt de pins de Monterey proche de Lastarria, dans la IXème région. Le chantier se trouve sur la Cordillère de la côte, à une altitude de 447 m et son relief est qualifié de "onduleux" à "accidenté". Les sols appartiennent à la série Santa Bárbara, et ils sont de 0 à 25 cm sableux, très fins, légèrement plastiques et légèrement adhésifs (CHILE/OEA/BID/1964).

Les arbres de la parcelle exploitée avaient 32 ans, ils étaient intacts, c'est-à-dire qu'il n'y avait eu ni émondage ni éclaircie, ils mesuraient en moyenne 35 m, leur diamètre moyen à hauteur d'homme était de 48 cm et leur densité de 680 unités/ha. Ils ont été soumis à une coupe rase.

On a débardé des grumes de 2,80 à 3,60 m de longueur et même des arbres entiers de 22 m; le diamètre minimum d'une des extrémités était de 20 cm.

Le débardage se fait en montée avec une déclivité moyenne de +5,85 pour cent sur une distance maximum de 70 m. Les pistes n'ont été ni tracées au préalable, ni aménagées.

La partie antérieure du tracteur n'était pas lestée (généralement on place un poids soit sur le châssis, soit sur les roues motrices), c'est pourquoi lorsque l'on tirait des charges très lourdes, particulièrement des arbres entiers, il se cabrait ou il dérapait.

Les données ont été recueillies pendant cinq journées de travail, soit un total de 83 cycles, ce qui constitue un échantillon statistique représentatif. Le tractoriste avait sept ans d'expérience et l'arrimeur trois.

3. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU TRACTEUR

3.1 Généralités

Marque .... Universal, modèle U-650 M de puissance moyenne

Hauteur totale .... 2,42 m

Longueur totale .... 4,20 m, depuis la partie antérieure des roues avant jusqu'à la partie postérieure des roues arrière

Largeur .... 2,05 m mesurés sur les parties extérieures des garde-boue arrière

Poids .... 2 980 kg

Rayon de braquage minimum .... 3,4 m avec un axe avant à empattement large

Force de traction .... 1 700 kgf, avec patinage de 20 pour cent (provoqué par les chaumes)

Vitesses pour un tour de l'axe du vilebrequin à 1 800 rpm .... I, de 2,58 à 3,83 km/heure; II, de 4,16 à 6,16 km/heure; III, de 5,78 à 8,56 km/heure; IV, de 7,68 à 11,38 km/heure; V, de 18,18 à 26,94 km/heure

3.2 Moteur

Modèle D-110

Type de moteur .... Diesel, 4 temps, à injection directe

Puissance nominale continue du moteur .... 65 hp

Tour du vilebrequin pour la puissance nominale .... 1 800 rpm

Moment du moteur pour le tour nominal .... 25,8 mkgf

Moment maximum du moteur (pour 1 250 rpm) .... 29,5 mkgf

Nombre et type de cylindres .. 4 cylindres verticaux en ligne

Diamètre de la course .... 108/130 mm

Cylindrée totale .... 4,76 litres

3.3 Pneumatiques

Avant .... 6,50 - 20

Arrière .... 14,0 - 38

3.4 Système hydraulique

Modèle de pompe FS-PR3

Pression de la pompe .... 100 kgf/cm^2 (minimum) et 130 kgf/cm^2 (maximum)

Débit de la pompe .... 40 litres/minute

3.5 Prise de force

536 rpm en prise indépendante; de 161,2 à 238,5 rpm en première; de 260 à 385 rpm en seconde et de 359 à 534 rpm en troisième.

3.6 Treuil

Il est monté sur la partie arrière du tracteur et son fonctionnement mécanique est assuré directement par la prise de force qui tourne dans le sens des aiguilles d'une montre et peut fonctionner indépendamment de la transmission ou en synchronisation avec la vitesse de déplacement du tracteur.



Figure 45. Débardage avec un tracteur agricole employant la poulie supérieure du treuil (Lastarria, Chili)



Figure 46. Débardage avec un tracteur agricole employant le tambour du treuil (Lastarria, Chili)

Extérieurement, le dispositif de débardage se compose essentiellement dans sa partie supérieure d'une poulie en acier de 8 pouces de diamètre, qui permet de lever des grumes courtes sans qu'elles touchent terre (voir figure 45); dans la partie inférieure se trouve le tambour du treuil, d'un diamètre de 18 pouces, qui est actionné directement par l'axe de la prise de force; il sert à enrouler le câble, et sa fonction principale est de tirer la grume jusqu'à l'arrière du tracteur de façon à pouvoir commencer le voyage avec la charge. Le tambour du treuil a servi, particulièrement pour le débardage, à traîner les pièces d'une longueur supérieure à 3,60 m (voir figure 46).

4. PRESENTATION DES RESULTATS, ANALYSE ET EXAMEN

4.1 Vitesse et charge

On a relevé une vitesse sans charge de 0,72 m/s, et avec charge de 0,68 m/s.

Le volume moyen débardé par cycle de travail a été de 0,69 m^3, et la charge maximum a atteint 2,18 m^3, soit respectivement 730 et 2 306 kg 1/.

4.2 Temps

La durée totale enregistrée se répartit comme suit: 11,74 pour cent pour les temps supplémentaires comptabilisables correspondant essentiellement à l'élimination d'obstacles se trouvant sur la piste et à des réglages mécaniques; les 88,26 pour cent restants englobaient différentes étapes du cycle de travail, soit: voyage avec charge, 15,39 pour cent; chargement 49,12 pour cent; voyage avec charge, 16,20 pour cent; et déchargement 7,55 pour cent.

1/ 1 m^3 de pins de Monterey verts = 1 058 kilogrammes (Ferrocarriles del Estado de Chile, cité par Pugin).

Le chargement a duré en moyenne 2,87 minutes, ce qui est relativement long comparé aux autres étapes du cycle. La raison en est qu'avant de commencer son voyage le tracteur devait rapprocher à l'aide du treuil la grume distante de 20 à 30 m pour l'amener en position de charge. Cela revient à dire que la durée du chargement va du moment où le tracteur se met en place jusqu'à l'instant où il se met en marche avec la grume.

Les équations du durée obtenues par la méthode des moindres carrés, temps supplémentaires comptabilisables compris, sont:

$t = 531,111 + 1,408$
$T = 614,464 + 1,628$

t = temps par cycle de travail exprimé en centièmes de minute
T = temps par mètre cube, exprimé en centièmes de minute
x = distance de débardage exprimée en mètres.

L'équation relative à la durée du cycle de travail est une fonction de la distance, et celle ayant trait à la durée de débardage d'un mètre cube est une fonction de la distance et du volume moyen de la charge.

En remplaçant les valeurs de distance des équations antérieures, on a obtenu les durées respectives, qui figurent dans le tableau 7-1 de l'annexe 7 et sont représentées à la figure 47.

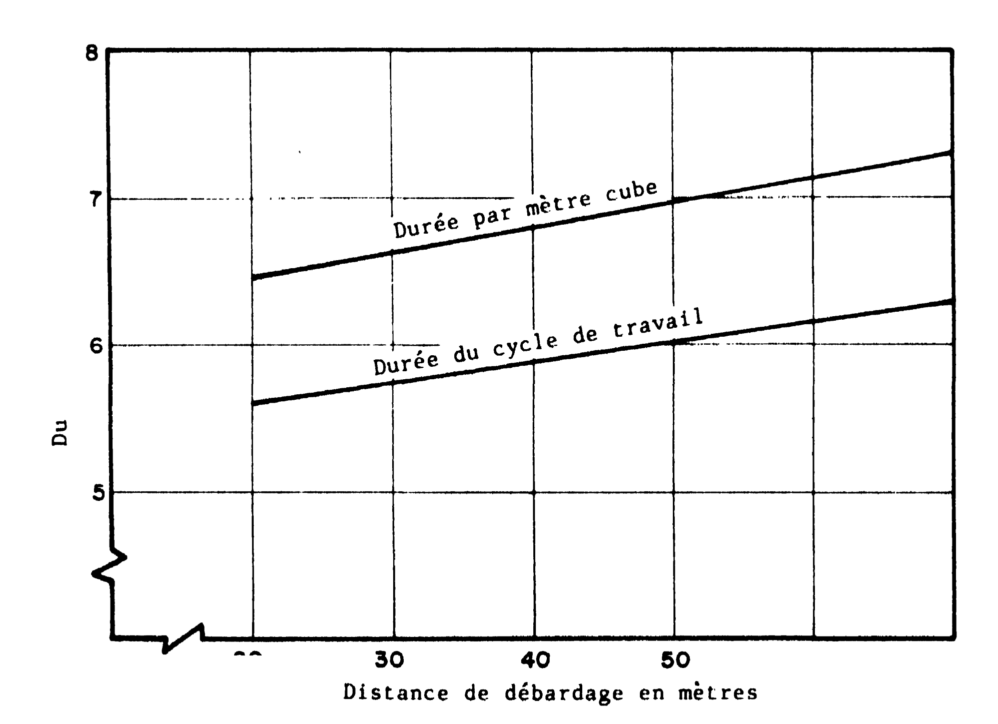


Figure 47. Durée exprimée en minutes par cycle de travail et par mètre cube sur des pentes de +0,15 à +9,38 pour cent

La durée du cycle de travail pour des distances de débardage de 20 à 70 m a été respectivement de 5,60 et 6,30 minutes; pour ces mêmes distances, la durée nécessaire au débardage d'un mètre cube a été de 6,47 et 7,28 minutes.

4.3 Rendement

L'équation relative au rendement est la suivante:

$$R = \frac{5\,190}{531{,}511 + 1{,}408\,x}$$

R = rendement en mètres cubes exprimé par heure
x = distance de débardage, exprimée en mètres

Les rendements pour les différentes distances se trouvent au tableau 7-1 de l'annexe 7 et sont représentés graphiquement à la figure 48.

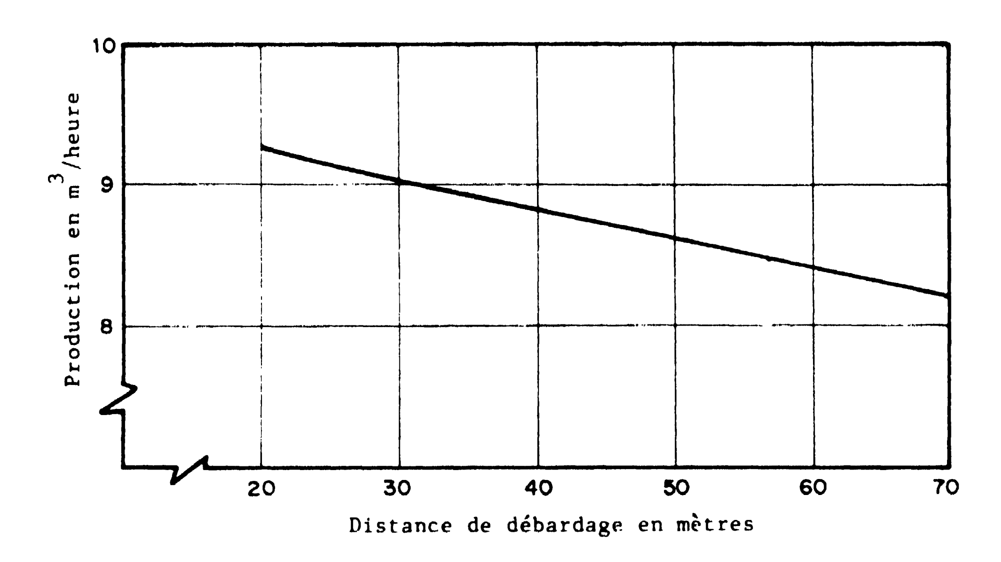


Figure 48. Rendement en mètres cubes par heure - débardage avec un tracteur agricole sur des pentes de +0,15 à +9,38 pour cent

Pour une distance de débardage allant de 20 à 70 m, le rendement horaire a été de 9,27 à 8,23 m^3.

4.4 Coûts

Les données de base nécessaires pour calculer le coût de la main-d'oeuvre employée et ceux afférents au tracteur agricole figurent à l'annexe 8 - ils sont actualisés et valables jusqu'au mois de décembre 1983. Les équations obtenues sont:

$C(m^3) = 67{,}400 + 0{,}1785\ x$ (en pesos chiliens)
$C(m^3) = 0{,}7768\ x\ 0{,}0021\ x$ (en dollars)

x = distance de débardage, exprimée en mètres

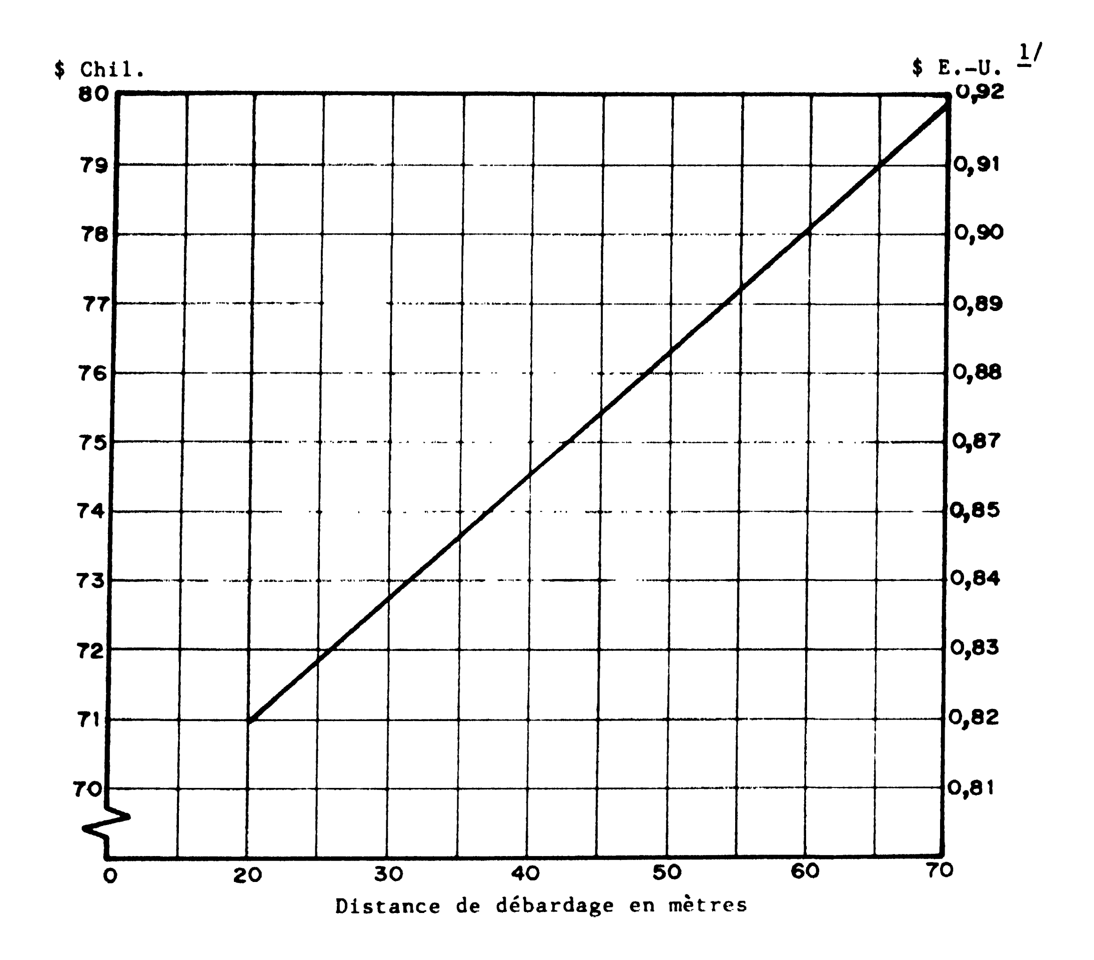


Figure 49. Coûts par mètre cube - débardage avec un tracteur agricole sur des pentes de +0,15 à +9,38 pour cent

Les coûts par mètre cube exprimés en pesos chiliens et en dollars pour les distances retenues lors de l'étude figurent au tableau 7-1 de l'annexe 7, et leur représentation graphique se trouve à la figure 49.

Le coût du mètre cube débardé avec un tracteur agricole sur une distance variant de 20 à 70 m est compris entre 70,97 et 79,89 pesos chiliens, soit respectivement l'équivalent de 0,82 et 0,92 dollars.

1/ La parité officielle du dollar le 16 décembre 1983 était de 86,70 pesos chiliens.

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Les opérations étudiées dans le cas du débardage avec des boeufs ont montré que les résultats de cette méthode, tant dans des forêts primaires que secondaires, sont bons aux plans technique et économique, à telle enseigne que des exploitations forestières chiliennes ayant une bonne capacité de production ont recours à ce procédé pour approvisionner un grand nombre d'industries sans que cela signifie pour autant un retard technique.

Les accessoires de débardage utilisés avec les boeufs sont bien connus et accessibles à des personnes aux moyens limités puisqu'ils peuvent être fabriqués artisanalement par les bouviers qui n'auront qu'à acheter des crochets et une chaîne. Même si cette dernière pouvait être remplacée par des câbles, des cordes ou d'autres accessoires comme une charrette ou un chariot, elle donne des résultats satisfaisants depuis longtemps et continuera d'être indispensable pour ce genre de débardage car elle présente de nombreux avantages par rapport aux autres méthodes: la chaîne est facile à manoeuvrer, son encombrement et son poids sont réduits, son prix est modique, elle permet de lier et délier la charge rapidement, elle peut servir indistinctement à débarder des grumes de sciage ou de trituration, c'est-à-dire à traîner de une à plusieurs pièces de tailles différentes sur des pentes diverses.

L'emploi d'un tracteur agricole doté d'un treuil est plus coûteux que la traction animale à cause du prix de l'engin, des réparations et des frais de carburant et de lubrifiants. Même si son rendement dépasse celui des animaux, le coût par mètre cube est supérieur, ce qui peut se comprendre facilement grâce à la comparaison ci-après. Avec un tracteur sur une distance de 70 m sur une pente de +0,15 à +9,38 pour cent, le coût du mètre cube débardé est de 79,89 pesos chiliens (0,92 dollar E.-U.), alors qu'avec des boeufs sur une distance de 465 m dans une forêt primaire, pour une déclivité de -20 à -32 pour cent, il est de 41,85 pesos chiliens (0,48 dollar E.-U.); par ailleurs, on atteint 32,86 pesos chiliens (0,38 dollar E.-U.) dans la situation la plus défavorable au débardage avec des animaux, à savoir en montée, dans une plantation de pins de Monterey sur une distance de 80 m. Il convient toutefois de mentionner que dans le cas du tracteur on ne s'est pas servi d'estropes, ce qui a ralenti le chargement et influé fortement sur la durée du cycle, étant donné la brièveté des distances parcourues.

La charge maximum a été enregistrée dans une forêt primaire lors du débardage avec des boeufs: deux boeufs, pesant chacun environ 600 kg, ont tiré en descente - -31,11 pour cent de déclivité moyenne -, sur une distance de 138 m, une charge de 2 905 kg, soit 1 453 kg par animal, soit encore 246 pour cent de son poids. Dans des plantations de pins de Monterey, dans des conditions de débardage normales, la charge tirée en descente par une paire de boeufs a varié entre 529 et 1 058 kg, soit de 0,50 à 1,00 m^3; en montée, le poids a fluctué entre 317 et 423 kg, soit de 0,30 à 0,40 m^3. En forêt primaire, le poids de la charge a presque toujours dépassé 1 000 kg.

En débardant avec des boeufs, il faut, dans la mesure du possible, réaliser l'opération en descente, ce qui permet de moins fatiguer les animaux, d'allonger leur vie utile et d'obtenir un rendement supérieur et des coûts moindres. Le principal facteur limitatif du débardage en montée est la fatigue constante des animaux et le volume réduit de la charge, ce qui amoindrit le rendement, qui diminue encore avec la distance. Il faut, si possible, éviter de débarder en montée et, si l'on ne peut faire autrement, il est souhaitable que les distances soient courtes et que la déclivité ne dépasse pas 20 pour cent. De même, il est recommandé de ne pas travailler avec des boeufs sur des terrains marécageux, car le poids des animaux plus celui de la charge gênent le déplacement.

Dans les régions où les conditions topographiques empêchent la pénétration de machines, il est naturel de débarder avec des boeufs et, même si leur rendement n'est pas fort élevé pour bien des personnes déshéritées, ils constituent un moyen de subsistance.

La présente étude n'a pas traité du débardage avec des chevaux. Il serait toutefois souhaitable d'actualiser le travail réalisé par Soto en 1971, puisqu'à l'époque il s'agissait d'introduire l'utilisation du cheval dans le débardage. On devrait avoir aujourd'hui davantage d'expérience,et une étude de ce procédé pourrait se faire aux alentours de la ville de Constitución où le débardage est réalisé à l'aide de chevaux.

Enfin, l'auteur de la présente étude recommande d'effectuer les recherches suivantes relatives aux boeufs de trait: débardage en forêt primaire sur des distances atteignant ou dépassant 1 500 m, analyse de l'effort de traction et de l'énergie produite par les boeufs de débardage et, finalement, recherche relative aux besoins alimentaires de ces animaux.

BIBLIOGRAPHIE

1. AGENJO CECILIA, CESAR. Ganado vacuno. Editorial Espasa Calpe. Madrid. 537 p.
1945

2. ANAYA LOPEZ, HECTOR. Transporte forestal con tractores, cables, helicópteros y globos.
1975 Seminario FAO/SIDA/MEXICO, sobre el transporte de trozas en países de América Latina. FAO (93-126). Roma.

3. ANAYA LOPEZ, HECTOR; QUEVEDO V. TOMAS. Metodología para determinar costos y
1975 rendimientos en operaciones de apeo y transporte forestal. Seminario FAO/SIDA/MEXICO sobre el transporte de trozas en países de América Latina. FAO (127-152). Roma.

4. BEZADA, AMADOR; FRISK, TORSTEN. Estudio sobre la operación de tractores forestales
1980. de ruedas en Perú. Proyecto PNUD/FAO/PER/78/003, mejoramiento de los sistemas de extracción y transformación forestal. Documento de trabajo No. 4 FAO (36-39). Lima, Perú.

5. BOOK, T.V. Patología veterinaria en 300 imágenes. Traducido al español por Manuel
1977 Barberón. Editorial Aedos. Barcelona. 176 p.

6. CARDIEL MATEUS, LUIS. Tiempos y tareas, como medir, como calcular. Editorial Limusa.
1974 México. 177 p.

7. CATERPILLAR TRACTOR CO. Costos de posesión y operación. Rendimiento de los productos
1975 Caterpillar. Quinta Edición. (1-40) México.

8. CONAF, INFOR. Estadísticas forestales 1982. Serie informática No. 11. Santiago de
1983 Chile. 84 p.

9. CONAF, INFOR. Exportaciones forestales chilenas. Serie informática No. 12. Santiago
1983 de Chile. 84 p.

10. CONAF, INFOR. La industria del aserrío durante 1982. Santiago de Chile. 73 p.
1983

11. CORDOVA, NILO; FRISK, TORSTEN. Estudio de rendimiento potencial y extracción forestal
1979 en el bosque nacional Alexander von Humboldt. Proyecto PNUD/FAO/PER/78/003, mejoramiento de sistemas de extracción y transformación forestal. Documento de trabajo No. 1. FAO. Lima, Perú. 28 p.

12. CHILE/OEA/BID. Suelos. Proyecto aerofotogramétrico. Publicación No. 2. Instituto
1964 de Investigación de Recursos Naturales (IREN), CORFO. Santiago de Chile. 391 p.

13. DE LA MAZA, T., ELVIRA M.L.E.; GARCIA F.M. El empleo de la tracción animal en los
1967 aprovechamientos forestales. Ministerio de Agricultura. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. Madrid. 195 p.

14. DONOSO ZEGERS, CLAUDIO. Tipos forestales de los bosques nativos de Chile. Documento
1981 de trabajo No. 38. FO:DP/CHI/76/003. Proyecto de Investigación FAO/PNUD/CONAF. Santiago de Chile. 70 p.

15. DONOSO ZEGERS, CLAUDIO. Ecología forestal y su medio ambiente. Facultad de Ciencias
1981 Forestales. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 369 p.

16. DRUMMOND, R.O, Les maladies du bétail transmises par les tiques et leurs
1976 vecteurs. Revue mondiale de zootechnie. FAO. No 19 (28-33). Rome.

17. EISENHAUER, GEORG. Estudio de racionalización de las faenas de volteo y saca en una
1969 plantación de pino insigne. Publicación Científica No. 14. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 37 p.

18. ENSMINGER, E.M. Manual del Ganadero. Biblioteca de producción animal. Danville
1970 (Illinois). 788 p.

19. FAO. Estudio de tiempos y productividad, elaboración de la madera para la industria
1970 de la celulosa y el papel. Instituto de Ordenación de Vertientes e Ingeniería Forestal de Argentina. Informe preparado para el Gobierno de Argentina por la FAO. Roma. 23 p.

20. FAO. Technologie fondamentale dans les opérations forestières. Etude FAO:
1983 Forêts, No 36. Rome. 122 p.

21. FAO. Exploitation et transport des grumes en forêt dense tropicale. Collection FAO:
1974 Mise en valeur des forêts, No 18. Rome. 99 p.

22. FRISK, TORSTEN; GUELL, GUILLERMO. Madereo mecanizado con tractor forestal articulado.
1972 Instituto Forestal de Chile. Informe Técnico No. 40. Santiago de Chile. 59 p.

23. GOE, R.M. Etat actuel des recherches sur la traction animale. Revue mondiale de
1983 zootechnie. FAO.No 45 (2-17). Rome.

24. HERNANDEZ GARCES, EDUARDO. Evaluación de costos por etapas de producción de madera
1969 aserrada en una empresa maderera del bosque nativo. Tesis de Grado. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 95 p.

25. HOPFEN, H.J. L'outillage agricole pour les régions arides et tropicales.
1970 Collection FAO. Progrès et mise en valeur - agriculture. FAO. 154 p.

26. INNS, F.M. L'énergie animale dans les systèmes de production agricole, spécialement
1980 en Tanzanie. Revue mondiale de zootechnie. FAO No. 34 (2-10). Rome.

27. INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR. Atlas regionalizado de Chile. Segunda edición.
1981 Santiago de Chile. 64 p.

28. IREN-UACH. Estudio de suelos de la Provincia de Valdivia. Santiago. 178 p.
1978

29. JELVEZ CAAMAÑO, MANUEL. Rendimientos y costos para diferentes métodos de raleos de
1977 pino insigne, Pinus radiata D. Don. Tesis de grado. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 59 p.

30. MAY BULLON, FERNANDO. Plan de manejo "Fundo Perales". Chile. 56 p.
1979

31. MC DONALD, P.; EDUARDS, R.A.; GREENHALGH, I.F. Nutrición animal. Traducido del
1979 inglés al español por Aurora Pérez T. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 462 p.

32. MERY G., JOSE. Como cuidar los neumáticos de uso agrícola. La Hacienda. No. 2
1981 (87-88). Santiago.

33. MORALES A.R.; OLIVARES P.B.; GUTIERREZ M.J.; GARCIA, S.J. Estado actual del
1979 manejo de plantaciones de Pinus radiata D. Don en Chile. Proyecto. CONAF/PNUD/FAO-CHI-76-003-2/FO. Informe 1. Chile. 80 p.

34. MORROW LEE, ROBERT. Estudio de tiempos y economía de movimientos. Ediciones
1957 Contabilidad Moderna. Buenos Aires. 429 p.

35. NAVAJAS FUENTES, JOSE. Castración de animales domésticos en el medio rural. Sin
1955 editorial. Madrid. 110 p.

36. OIT. Introducción al estudio del trabajo. Ginebra. 365 p.
1970

37. OVERGAARD JORGEN. Derivación de la fórmula de costos de máquinas. Seminario
1975 FAO/SIDA/MEXICO, sobre el transporte de trozas en países de América Latina. FAO. (85-92). Roma.

38. PAREDES V.,G.; MORALES V.,E.; DONOSO Z.,C. Antecedentes sobre el sector forestal
1981 de Chile. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 48 p.

39. PUGIN JARA, CARLOS R. Factibilidad técnica y económica sobre la estabilización de
1981 suelos finos con emulsiones asfálticas y su aplicación en construcción de caminos forestales. Tesis de grado. Facultad de Ingeniería Forestal de la Universidad Austral de Chile. Valdivia, 55 p.

40. SEARS, FRANCIS; ZEMANSKY, MARK. Física general. Cuarta edición. Editorial Aguilar.
1963 Madrid. 1 040 p.

41. SMITH, A.J. Recherches sur l'énergie animale - un domaine délaissé.
1981 Revue mondiale de zootechnie. FAO. No 40 (43-48). Rome.

42. SOTO, DIONISIO. Estudio de madereo con caballos. Tesis de grado. Facultad de
1970 Ciencias Forestales de la Universidad de Chile. Santiago de Chile. 116 p.

43. SOTO, DIONISIO. Estudio de madereo con caballos. Instituto Forestal de Chile.
1971 Informe Técnico No. 39. Santiago de Chile. 54 p.

44. STARKEY, P.H. Les bovins N'Dama - animaux de trait en Sierra Leone. Revue mondiale
1982 de zootechnie. FAO. No 42 (19-42). Rome.

45. TORRES OJEDA, HERNAN. Maderas. Corporación Chilena de la Madera. Santiago de
1971 Chile. 270 p.

46. VANDEMAELE, P., FRANK. Rôle de la production animale dans l'agriculture mondiale.
1977 Revue mondiale de zootechnie. FAO. No 21 (1-5). Rome.

47. WEBER, WALFRIED. Silvicultura Chilena actual. Universidad Austral de Chile.
1957 Valdivia. 73 p.

48. WOOLDRIGDE, R.W. Enfermedades de los animales domésticos, alimentación e higiene.
1962 Primera edición en español. Editorial Continental. México. D.F. 532 p.

Annexe 1

Tableau 1-1

Principales essences de certains types de forêts présentant un intérêt pour la présente étude

Type forestier chêne-nothofagus obliqua-hêtre

Appellation commune	Appellation scientifique	Famille
Hêtre	Nothofagus dombeyi	Fagaceae
Laurier	Laurelia sempervirens	Monimiaceae
Lingue	Persea lingue	Lauraceae
Mañío à grandes feuilles	Podocarpus salignus	Podocarpaceae
Olivier nain	Aextoxicon punctatum	Aextoxicaceae
Chêne	Nothofagus obliqua	Fagaceae
Tepa	Laurelia philippiana	Monimiaceae
Ulmo	Eucryphia cordifolia	Eucryphiaceae

Type forestier hêtre-nothofagus alpina-laurelia philippiana

Appellation commune	Appellation scientifique	Famille
Cannelier	Drimys winteri	Winteraceae
Hêtre	Nothofagus dombeyi	Fagaceae
Mañío à grandes feuilles	Saxegothaea conspicua	Podocarpaceae
Meli	Amomyrtus meli	Myrtaceae
Olivier nain	Aextoxicon punctatum	Aextoxicaceae
Raulí	Nothofagus alpina	Fagaceae
Tepa	Laurelia philippiana	Monimiaceae
Tineo	Weinmannia trichosperma	Cunoniaceae
Trevo	Dasyphyllum diacanthoides	Compositae
Ulmo	Eucryphia cordifolia	Eucryphiaceae

Annexe 2

FORMULAIRE SERVANT A RELEVER LES DONNEES DE TEMPS SUR LE TERRAIN

Date	Feuille N°.
Lieu	Temps à la fin
Altitude	Temps au début
Déclivité moyenne	Durée totale du travail
Instruments utilisés	Chronométreur

Essences forestières; dimensions et volumes des grumes, durée des opérations par cycle de travail.

Cycle N°.						
Essence forestière						
Dimensions de la grume	Diamètre maxim.					
	Diamètre minim.					
	Longueur (m)					
	Volume (m^3)					
Opérations				Durée		
1. Voyage sans charge						
2. Chargement						
3. Voyage avec charge						
4. Déchargement						
	Total partiel					
5. Supplément dû à la fatigue						
5.1						
5.2						
6. Besoins personnels						
6.1						
6.2						
7. Retards (involontaires)						
7.1						
7.2						
7.3						
	Total partiel					
Durée totale du cycle de travail						

Observations ....

....

Annexe 3

DETERMINATION DU COUT DU DEBARDAGE AVEC DES BOEUFS

1. Coût horaire du débardage avec des boeufs dans des plantations de pins de Monterey

1.1 Coût de la main-d'oeuvre

1.1.1 Données de base

	Pesos chiliens	$E.-U. 1/
Salaire minimum	217,80	2,512
Lois sociales (5,55%)	12,09	0,139
Congés payés (5,28%)	11,50	0,133
Semaine entière (16,89%)	36,79	0,424
Jours de pluie (8,45%)	18,40	0,212
Prime au volume déplacé (5,76%)	12,55	0,145
Total (minimum journalier)	309,13	3,565

1.1.2 Coût horaire

Coût horaire du travail du bouvier pour une journée de 7 heures de travail effectif	44,16	0,509

1.2 Coût horaire pour une paire de boeufs

1.2.1 Données de base

Valeur d'achat des animaux	60 000	692,042
Valeur d'achat de la chaîne, des crochets et de l'anneau	4 855	55,998
Valeur d'achat du joug, des courroies et de l'aiguillon	1 000	11,534
Valeur de revente de la paire de boeufs	60 000	692,042
Coût quotidien de l'alimentation normale (une balle d'aliment par jour)	130	
Coût de la supplémentation quotidienne (3 kg d'aliments équilibrés)	44	

Vie utile des boeufs : 6 ans

Vie utile de la chaîne, des crochets et de l'anneau : 5 ans

Vie utile du joug, des courroies et de l'aiguillon : 1 an

Journées de travail effectif par an : 200 jours

Heures de travail annuelles par paire de boeufs : 1 400 heures

1/ La parité officielle du dollar le 16 décembre 1983 équivalait à 86,70 pesos chiliens.

		Pesos chiliens	$E.-U.
1.2.2	Coûts fixes (calculés sur une base horaire)		
	Intérêt que rapporterait le montant immobilisé pour l'achat des boeufs et des accessoires (joug, courroies, aiguillon, chaîne, crochets et anneau) s'il était placé	5,64	0,065
	Amortissement	1,40	0,016
	Alimentation normale	18,57	0,214
	Médicaments et frais vétérinaires (5% de la valeur de la paire de boeufs)	2,14	0,025
	Mortalité (5% de la valeur de la paire de boeufs)	2,14	0,025
	Total des coûts fixes	29,89	0,345
1.2.3	Coûts variables (calculés sur une base horaire)		
	Supplémentation	6,29	0,073
1.3	Coûts totaux		
	Coût horaire total pour le débardage avec des boeufs dans des plantations de pins de Monterey	80,34	0,927

2. Coût horaire du débardage avec des boeufs dans des forêts primaires

2.1 Coût de la main-d'oeuvre

		Pesos chiliens	$E.-U.
2.1.1	Données de base		
	Salaire mensuel du bouvier	7 680	88,581
2.1.2	Coût horaire		
	Coût horaire de 124 heures de travail mensuel (6 heures par jour du lundi au vendredi et 3 heures le samedi)	61,94	0,714

2.2 Coût horaire pour une paire de boeufs

		Pesos chiliens	$E.-U.
2.2.1	Données de base		
	Valeur d'achat des animaux	60 000	692,042
	Valeur d'achat de la chaîne, des crochets, de l'anneau et de la pince à débarder	6 952	80,184
	Valeur d'achat du joug, des courroies et de l'aiguillon	1 000	11,534
	Valeur de revente de la paire de boeufs	60 000	692,042
	Vie utile du joug, des courroies et de l'aiguillon	: 1 an	
	Vie utile des boeufs	: 6 ans	

Vie utile de la chaîne, des crochets, de l'anneau et de la pince : 5 ans

Vie effective de travail par an (pour 7 mois de débardage) : 868 heures

2.2.2 Coûts fixes (calculés sur une base horaire)	Pesos chiliens	$E.-U.
Intérêt que rapporterait le montant correspondant à l'achat des boeufs et des accessoires (joug, courroie, aiguillon, chaîne, crochets, anneau et pince) s'il était placé	9,39	0,108
Amortissement	2,75	0,032
Médicaments et frais vétérinaires (5% de la valeur de la paire de boeufs)	2,14	0,025
Mortalité (5% de la valeur de la paire de boeufs)	2,14	0,025
Total des coûts fixes	16,42	0,190

2.2.3 Coûts variables

On n'en tient pas compte dans l'étude.

2.3 Coûts totaux

Coût horaire total du débardage avec des boeufs en forêt primaire 1/	78,36	0,904

1/ On ne tient pas compte dans le calcul de ce coût des frais encourus au titre de l'alimentation normale et de la supplémentation.

Annexe 4

EQUIPEMENT EMPLOYE POUR LE DEBARDAGE A L'AIDE DE CHEVAUX

Chariot de débardage Fossingen

Il est formé par des traits métalliques unis par un palonnier au timon qui donne une direction à l'engin et actionne un dispositif de freinage sur les roues avant (voir figure 4.1).

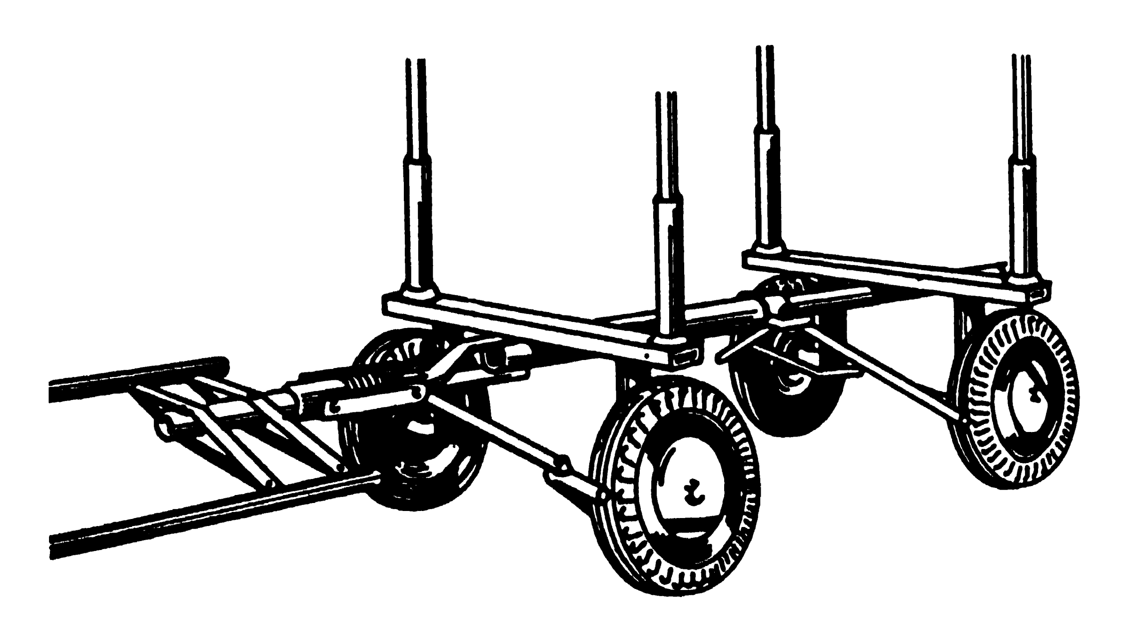


Figure 4.1 Chariot de débardage Fossingen 1/ (Suède)

Le chariot à proprement parler comprend un train avant et arrière unis par une pièce tubulaire que l'on peut ajuster selon la longueur des grumes, ce qui donne de la stabilité à l'engin, car de la sorte chaque train peut se mouvoir de façon indépendante. En outre, à chaque extrémité de la partie supérieure du châssis se trouve un montant à deux éléments tubulaires télescopiques que l'on peut allonger ou raccourcir, ce qui facilite le chargement par le côté.

Les spécifications techniques sont: pneumatiques de 6,00 x 9; 62 cm de hauteur; 1,30 m de largeur; poids de 175 kg; et une capacité de 2,5 à 3 tonnes.

Traîneau VSA

Il s'agit d'un axe métallique auquel s'unissent deux patins qui permettent de faire avancer le traîneau; ces patins sont dotés d'articulations latérales et verticales (voir figure 4.2).

1/ Source: Instituto Forestal de Chile.

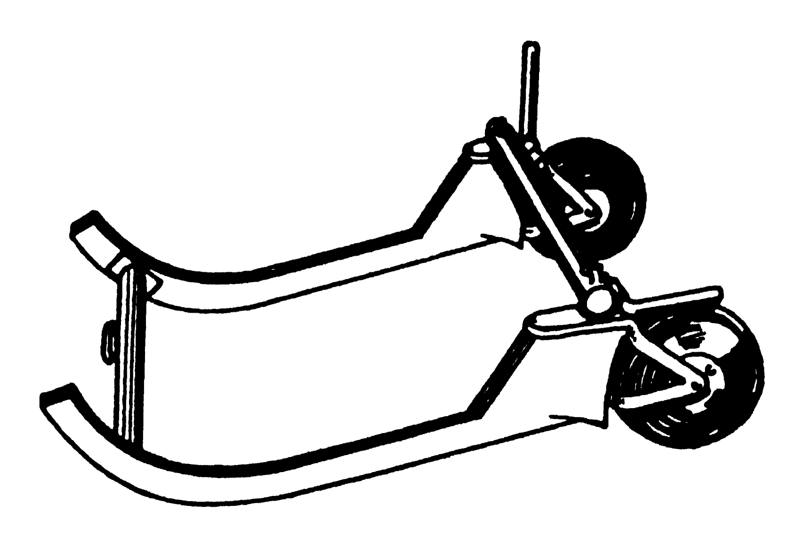


Figure 4.2 Traîneau VSA (Varmalands Skogsarbetsstudier) 1/ (Suède)

Les caractéristiques techniques du traîneau sont: 38 cm de hauteur; dégagement de 30 cm à partir du sol; 90 cm de distance entre les patins; et un poids total de 78 kg.

Pince "requin" Domänsaxen

Il s'agit de deux mâchoires dotées chacune d'une garde circulaire en acier d'un diamètre de 16 mm sur laquelle sont fixées les dents.

La pince est munie en outre d'une chaîne de 5/16 de pouce, qui passe au travers d'un tube à la jonction des deux mâchoires et au travers d'un anneau situé sur l'une d'entre elles (voir figure 4.3).

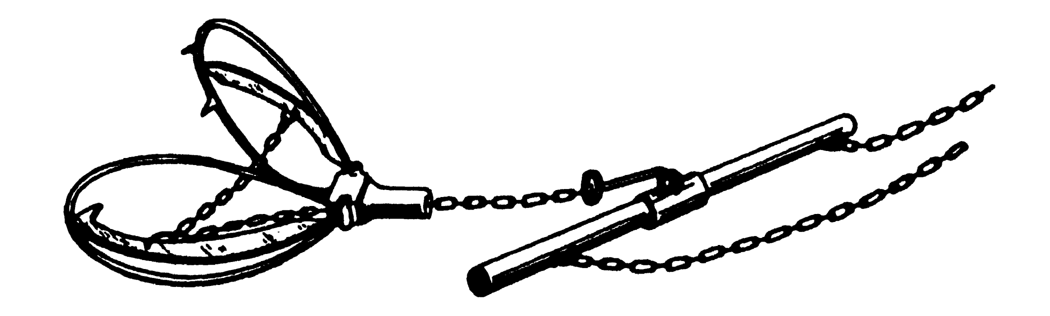


Figure 4.3 Pince "requin" Domänsaxen (Suède)

L'ouverture maximum de la pince est de 60 cm et son poids est d'environ 9,8 kg. Elle est conçue pour débarder des grumes de grand diamètre.

1/ Source: Instituto Forestal de Chile.

Tableau 4-1

Equations relatives au temps de débardage par mètre cube et au rendement exprimé en mètres cubes par heure - opération réalisée avec des chevaux munis de traits - grumes de sciage et de trituration - terrains à déclivité moyenne 1/

Type de grumes	Degré de déclivité - voyage avec charge (%)	Equations 2/	
		Temps	Rendement
Sciage	- 6 à - 15	$T = 820,97 + 13,67\ x$	$R = \frac{6000}{820,97 + 13,67\ x}$
Sciage	- 16 à - 25	$T = 951,39 + 13,51\ x$	$R = \frac{6000}{951,39 + 13,51\ x}$
Trituration	- 6 à - 15	$T = 1109,04 + 9,97\ x$	$R = \frac{6000}{1109,04 + 9,97\ x}$
Trituration	- 16 à - 25	$T = 1341,12 + 9,11\ x$	$R = \frac{6000}{1341,12 + 9,11\ x}$

1/ Source: Soto Sepúlveda, Dionisio.

2/ T = temps de débardage d'un mètre cube, exprimé en centièmes de minute

R = rendement, en mètres cubes par heure

x = distance, en mètres.

Tableau 5-1

Temps par cycle de travail et par mètre cube, et rendement du débardage en fonction de la distance et de la déclivité - opérations réalisées avec des boeufs - grumes de sciage et de trituration dans des plantations de pins de Monterey

Distance de débardage (m)	Temps par cycle 1/				Temps par mètre cube 1/				Rendement (m3/heure)			
	Déclivité du terrain (%)				Déclivité du terrain (%)				Déclivité du terrain (%)			
	-25,1-30	-20,1-25	-15-20	+10+20	-25,1-30	-20,1-25	-15-20	+10+20	-25,1-30	-20,1-25	-15-20	+10+20
15	6,89	6,53	10,00	2,21	8,68	9,61	13,93	5,73	6,91	6,94	4,31	10,47
20	7,27	6,92	10,28	2,77	9,16	10,19	14,32	7,18	6,55	5,89	4,19	8,36
30	8,03	7,70	10,84	3,88	10,11	11,34	15,10	10,07	5,93	5,29	3,97	5,96
40	8,79	8,48	11,40	5,00	11,07	12,50	15,88	12,97	5,42	4,80	3,77	4,63
50	9,54	9,27	11,96	6,12	12,01	13,65	16,66	15,86	4,99	4,40	3,60	3,78
60	10,30	10,05	12,52	7,23	12,97	14,83	17,44	18,75	4,63	4,06	3,44	3,20
70	11,06	10,84	13,08	8,35	13,92	15,96	18,22	21,62	4,31	3,76	3,29	2,77
80	11,81	11,62	13,65	9,47	14,87	17,11	19,00	24,54	4,03	3,51	3,16	2,44
90	12,57	12,40	14,20		15,83	18,23	19,79		3,79	3,28	3,03	
100	13,33	13,19	14,77		16,78	19,42	20,57		3,57	3,09	2,91	
110	14,08	13,97	15,33		17,74	20,57	21,35		3,38	2,92	2,81	
120	14,84	14,75	15,89		18,69	21,73	22,13		3,21	2,76	2,71	
130	15,60	15,53	16,45		19,64	22,88	22,91		3,05	2,62	2,61	
140	16,35	16,32 2/	17,01 2/		20,59	24,04 2/	23,69 2/		2,91	2,50 2/	2,53 2/	
150	17,11	17,11 2/	17,57 2/		21,55	25,19 2/	24,47 2/		2,78	2,38 2/	2,45 2/	
160	17,87	17,89 2/	18,13 2/		22,50	26,35 2/	25,25 2/		2,67	2,27 2/	2,38 2/	

1/ Temps en minutes centésimales; 1 minute centésimale = 1 minute sexagésimale = 60 secondes sexagésimales = 100 centièmes.

2/ Valeurs extrapolées.

Charge moyenne débardée: de -25,1 à -30% = 0,794 m^3; de -20,1 à -25% = 0,679 m^3; de -15 à -20% = 0,718 m^3; de +10 à +20% = 0,386 m^3

Annexe 5

Tab eau 5-2

Coû par mètre cube suivan ance t a déclivité - deba ag avec des boeu
dans des lan ons de ns de Monterey - grumes age

Distance de débardage (m)	Coûts en pesos chiliens et en dollars 1/							
	- 25,1 à - 30%		- 20,1 à - 25%		- 15 à - 20%		+ 10 à + 20%	
	Pesos chiliens	$E.-U.	Pesos chiliens	$E.-U.	Pesos chiliens	$E.-U.	Pesos chiliens	$E.-U.
15	11,627	0,134	12,858	0,148	18,646	0,215	7,671	0,088
20	12,265	0,142	13,641	0,157	19,169	0,221	9,608	0,111
30	13,541	0,156	15,187	0,175	20,215	0,233	13,484	0,155
40	14,817	0,171	16,733	0,193	21,261	0,245	17,359	0,200
50	16,093	0,186	18,279	0,211	22,307	0,257	21,234	0,245
60	17,369	0,200	19,825	0,229	23,353	0,269	25,109	0,290
70	18,645	0,215	21,371	0,246	24,399	0,281	28,984	0,334
80	19,921	0,230	22,917	0,264	25,445	0,293	32,859	0,379
90	21,197	0,244	24,494	0,282	26,491	0,306		
100	22,473	0,259	26,009	0,300	27,537	0,318		
110	23,749	0,274	27,555	0,318	28,583	0,330		
120	25,025	0,289	29,101	0,336	29,629	0,342		
130	26,301	0,303	30,647	0,353	30,675	0,354		
140	27,577	0,318	32,193 2/	0,371 2/	31,721 2/	0,366 2/		
150	28,853	0,333	33,739 2/	0,389 2/	32,767 2/	0,378 2/		
160	30,129	0,347	35,285 2/	0,407 2/	33,813 2/	0,390 2/		

1/ La parité officielle du dollar au 16 décembre 1983 était de 86,70 pesos chiliens.

2/ Valeurs extrapolées.

harge moyenne débardée: de -25,1 à -30% = 0,794 m3; de -20,1 à -25% = 0,679 m3; de -15 à -20% =0,718 m3; de +10 à +20% = 0,386 m3.

Tableau 5-3

Temps par cycle de travail et par mètre cube, et rendement du débardage en fonction de la distance et de la déclivité - opérations réalisées avec des boeufs dans des plantations de pins de Monterey - grumes de trituration

Distance de débardage (m)	Temps par cycle 1/			Temps par mètre cube 1/			Rendement (m3/heure)		
	Déclivité du terrain (%)			Déclivité du terrain (%)			Déclivité du terrain (%)		
	> - 30	- 10,1 - 20	0 - 10	> - 30	- 10,1 - 20	0 - 10	> - 30	- 10,1 - 20	0 - 10
15	4,21	3,97	3,52	7,06	6,66	5,90	8,49	9,00	10,15
20	4,57	4,32	3,86	7,67	7,24	6,47	7,83	8,29	9,27
30	5,29	5,00	4,53	8,87	8,39	7,60	6,76	7,15	7,89
40	6,01	5,69	5,20	10,08	9,55	8,73	5,95	6,28	6,87
50	6,72	6,38	5,88	11,28	10,69	9,86	5,32	5,61	6,09
60	7,44	7,06	6,55	12,49	11,85	10,99	4,80	5,06	5,46
70	8,16	7,75	7,22 2/	13,69	13,01	12,11	4,38	4,61	4,95 2/
80	8,88	8,44	7,89 2/	14,90	14,16	13,24	4,03	4,24	4,53 2/
90	9,60	9,13	8,56 2/	16,10	15,31	14,37	3,73	3,92	4,18 2/
100	10,32 2/	9,81 2/	9,24 2/	17,30	16,46	13,24	3,47 2/	3,64 2/	3,87 2/
110	11,03 2/	10,50 2/	9,91 2/	18,51	17,62	16,63	3,24 2/	3,41 2/	3,61 2/
120	11,75 2/	11,19 2/	10,58 2/	19,72	18,77	17,76	3,04 2/	3,20 2/	3,38 2/

1/ Temps en minutes centésimales.

2/ Valeurs extrapolées.

Charge moyenne débardée: 0,509 m^3.

Tableau 5-4

Coûts par mètre cube suivant la distance et la déclivité - débardage avec des boeufs dans des plantations de pins de Monterey - grumes de trituration

Distance de débardage (m)	Coûts en pesos chiliens et en dollars 1/					
	> - 30%		- 10,1 - 20%		0 - 10%	
	Pesos chiliens	$E.-U.	Pesos chiliens	$E.-U.	Pesos chiliens	$E.-U.
15	9,460	0,109	8,923	0,103	7,913	0,091
20	10,267	0,118	9,695	0,112	8,669	0,100
30	11,881	0,137	11,239	0,130	10,180	0,117
40	13,500	0,156	12,783	0,147	11,691	0,135
50	15,109	0,174	14,327	0,165	13,202	0,152
60	16,723	0,193	15,871	0,183	14,713	0,170
70	18,337	0,211	17,415	0,201	16,224 2/	0,187 2/
80	19,951	0,230	18,959	0,219	17,735 2/	0,205 2/
90	21,565	0,249	20,503	0,236	19,247 2/	0,222 2/
100	23,179 2/	0,267 2/	22,047 2/	0,254 2/	20,756 2/	0,239 2/
110	24,793 2/	0,286 2/	23,591 2/	0,272 2/	22,268 2/	0,257 2/
120	26,407 2/	0,305 2/	25,135 2/	0,290 2/	23,779 2/	0,274 2/

1/ La parité officielle du dollar au 16 décembre 1983 était de 86,70 pesos chilien

2/ Valeurs extrapolées.

Charge moyenne débardée: 0,509 m^3.

Tableau 5-5

Temps ar cyc de travail et par mètre cube, et rendement du débardage en onc de opé s réa ée avec des boeufs sur terrains plats - grumes de sciage ura on dans des plantations de pins de Monterey

Distance de débardage (m)	Temps par cycle 1/			Temps par mètre cube 1/			Rendement (m^3/heure)		
	Coupe rase		Eclaircie	Coupe rase		Eclaircie	Coupe rase		Eclaircie
	Grumes de sciage	Grumes de trituration	Grumes de trituration	Grumes de sciage	Grumes de trituration	Grumes de trituration	Grumes de sciage	Grumes de trituration	Grumes de trituration
15	2,11	2,83	3,39	5,05	7,71	11,74	11,88	7,78	5,11
20	2,45	3,03	3,59	5,87	8,25	12,41	10,22	7,27	4,83
30	3,13	3,42	3,97	7,50	9,33	13,74	7,99	6,43	4,37
40	3,81	3,82	4,36	9,14	10,40	15,07	6,56	5,77	3,98
50	4,49	4,21	4,74	10,76	11,48	16,40	5,57	5,23	3,66
60	5,18	4,61	5,12	12,41	12,55	17,74	4,83	4,78	3,38
70	5,86	5,00	5,51	14,05	13,63	19,07	4,27	4,40	3,14

1/ Temps en minutes centésimales.

Charge moyenne débardée: a) grumes de sciage en coupe rase = 0,417 m^3; b) grumes de trituration en coupe rase = 0,367 m^3
c) grumes de trituration en éclaircie = 0,289 m^3.

Tableau 5-6

Coûts par mètre cube en fonction de la distance de débardage - opérations réalisées avec des boeufs sur terrains plats dans des plantations de pins de Monterey - grumes de sciage et de trituration

Distance de débardage (m)	Coûts en pesos chiliens et en dollars 1/					
	Coupe rase				Eclaircie	
	Grumes de sciage		Grumes de trituration		Grumes de trituration	
	Pesos chiliens	$E.-U.	Pesos chiliens	$E.-U.	Pesos chiliens	$E.-U.
15	6,762	0,078	10,329	0,119	15,722	0,181
20	7,857	0,091	11,049	0,127	16,614	0,192
30	10,048	0,116	12,489	0,144	18,398	0,212
40	12,239	0,141	13,929	0,161	20,182	0,233
50	14,430	0,166	15,369	0,177	21,966	0,253
60	16,621	0,192	16,809	0,194	23,750	0,274
70	18,812	0,217	18,249	0,210	25,534	0,294

1/ La parité officielle du dollar au 16 décembre 1983 était de 86,70 pesos chiliens.

Charge moyenne débardée: a) grumes de sciage en coupe rase = 0,417 m^3; b) grumes de trituration en coupe rase = 0,367 m^3; c) grumes de trituration en éclaircie = 0,289 m^3.

Tableau 6-1

Temps par cycle de travail et par mètre cube, rendement, coûts par mètre cube en fonction de la distance sur des déclivités de -20 à -32% - débardage avec des boeufs en forêt primaire

Distance de débardage (m)	Temps par cycle 1/	Temps par mètre cube 1/	Rendement (m^3/heure)	Coûts par mètre cube	
				Pesos chiliens	$E.-U. 2/
40	16,51	13,91	4,31	18,167	0,210
60	17,53	14,77	4,06	19,295	0,222
80	18,57	15,64	3,84	20,423	0,235
100	19,59	16,51	3,64	21,551	0,249
120	20,61	17,37	3,46	22,679	0,262
140	21,64	18,23	3,29	23,807	0,275
160	22,67	19,10	3,14	24,935	0,288
180	23,70	19,96	3,01	26,063	0,301
200	24,72	20,83	2,88	27,191	0,314
220	25,75	21,69	2,77	28,319	0,327
240	26,77	22,56	2,66	29,442	0,340
260	27,80	23,42	2,56	30,572	0,353
280	28,83	24,28	2,47	31,703	0,366
300	29,85	25,15	2,39	32,831	0,387
320	30,88	26,01	2,31	33,960	0,392
340	31,90	26,88	2,23	35,087	0,405
360	32,93	27,74	2,16	36,215	0,418
380	33,96	28,61	2,10	37,343	0,431
400	34,98	29,47	2,04	38,471	0,444
420	36,01	30,34	1,98	39,599	0,457
440	37,03	31,20	1,92	40,727	0,470
460	38,06	32,06	1,87	41,855	0,483

1/ Temps en minutes centésimales.

2/ La parité officielle du dollar au 16 décembre 1983 était de 86,70 pesos chiliens.

Charge moyenne débardée: 1,187 m^3.

Tableau 7-1

Temps par cycle de travail et par mètre cube, rendement et coûts par mètre cube - débardage avec un tracteur agricole sur des déclivités de +0,15 à +9,38%

Distance de débardage (m)	Temps par cycle 1/	Temps par mètre cube 1/	Rendement (m^3/heure)	Coûts par mètre cube	
				Pesos chiliens	$E.-U. 2/
20	5,60	6,47	9,27	70,970	0,817
25	5,67	6,55	9,15	71,862	0,829
30	5,74	6,63	9,04	72,755	0,839
35	5,81	6,71	8,93	73,647	0,849
40	5,88	6,80	8,83	74,540	0,860
45	5,95	6,88	8,72	75,432	0,870
50	6,02	6,96	8,62	76,325	0,880
55	6,09	7,04	8,52	77,217	0,891
60	6,16	7,12	8,42	78,110	0,901
65	6,23	7,20	8,33	79,002	0,911
70	6,30	7,28	8,23	79,895	0,921

1/ Temps en minutes centésimales.

2/ La parité officielle du dollar au 16 décembre 1983 était de 86,70 pesos chiliens.

Charge moyenne débardée: 0,865 m^3.

Annexe 8

DETERMINATION DES COUTS DES TRACTEURS AGRICOLES

1. Coût de la main-d'oeuvre 1/

1.1 Renseignements de base

	Pesos chiliens	$E.-U. 2/
Salaire mensuel du tractoriste	14 000	161,476
Salaire mensuel de l'arrimeur	8 000	92,272
	22 000	253,748

1.2 Coût horaire

	Pesos chiliens	$E.-U.
Coût horaire calculé sur la base de 156 heures de travail par mois	141,03	1,627

2. Coût horaire du tracteur

2.1 Renseignements de base

	Pesos chiliens	$E.-U.
Valeur d'achat du tracteur	1 577 940	18 200,000
Valeur finale du tracteur	134 000	1 545,559
Valeur d'achat du treuil	60 640	669,423
Valeur finale du treuil	40 000	461,361
Coût de remplacement des pneumatiques avant	20 866	240,669
Coût de remplacement des pneumatiques arrière	84 044	969,366

Vie utile du tracteur, exprimée en années : 10

Nombre d'heures d'utilisation annuelle du tracteur : 1 400

Vie utile des pneumatiques, exprimée en heures : 3 000

Vie utile du crochet en acier, exprimée en années : 5

Vie utile du câble du treuil, exprimée en mois : 2

2.2 Coûts horaires fixes

	Pesos chiliens	$E.-U.
a. Intérêt	77,68	0,896
b. Amortissement	97,12	1,120
c. Permis de conduire	2,04	0,024
Total des coûts fixes	176,84	2,040

1/ Le coût de la main-d'oeuvre comprend les charges sociales.

2/ La parité officielle du dollar le 16 décembre 1983 était de 86,70 pesos chiliens.

2.3 Coûts horaires variables	Pesos chiliens	$E.-U. 1/
a. Réparations	98,59	1,137
b. Pneumatiques	34,97	0,403
c. Carburant, 2,5 litres/heure x 35,90 pesos	89,75	1,035
d. Lubrifiants, filtres et graisses		
- Huile de boîte de vitesse $= \frac{6 \text{ litres} \times 220 \text{ pesos}}{1\ 400 \text{ heures}} =$	0,94	0,011
- Huile du carter du moteur $= \frac{17 \text{ litres} \times 300 \text{ pesos}}{120 \text{ heures}} =$	42,50	0,490
- Huile du mécanisme hydraulique et du différentiel $= \frac{80 \text{ litres} \times 220 \text{ pesos}}{1\ 400 \text{ heures}}$	12,57	0,145
- Filtres à carburant $= \frac{2 \times 180 \text{ pesos}}{3 \times 156 \text{ heures}} =$	0,77	0,009
- Filtres pour le mécanisme hydraulique $= \frac{2 \times 135 \text{ pesos}}{3 \times 156 \text{ heures}} =$	0,58	0,007
e. Crochet et câble		
- 1 crochet capable de supporter une traction de 2 tonnes $= \frac{900 \text{ pesos}}{5 \times 1\ 400}$	0,13	0,001
- 1 câble de 5/8" pour le treuil $= \frac{35 \text{ m} \times 330 \text{ pesos}}{2 \times 156 \text{ heures}} =$	37,02	0,427
f. Entretien $= \frac{14\ 000}{156 \text{ heures}} \times \frac{1}{4}$	22,44	0,259
Total des coûts variables	340,26	3,925

3. Coûts totaux

Coût horaire total	658,13	7,591

1/ La parité officielle du dollar le 16 décembre 1983 était de 86,70 pesos chiliens.

Tipo-lito SAGRAF - Napoli

NO - 11083